

LOGÓTIPO DA ESCOLA/ INSTITUTO AO CENTRO

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Orlando José Maravilha de Azevedo

**Metodologia BIM - Building
Information Modeling na Direcção
Técnica de Obras**

Tese de Mestrado

Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e
Materiais de Construção

Trabalho efectuado sob a orientação do

Professor Doutor Said Jalali

Dezembro de 2009

AGRADECIMENTOS

Embora uma dissertação seja, pela sua finalidade académica, um trabalho individual, há contributos de natureza diversa que não podem e nem devem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Aos meus filhos Francisco Bernardo e Beatriz Maria, que são o meu grande orgulho e sem dúvida a minha inspiração para ultrapassar todas as dificuldades e vicissitudes da vida, são as minhas duas estrelinhas da sorte. Eles também sofreram um pouco pela minha ausência neste período. Com eles a vida tem outro sentido;

À minha esposa Sandra, pelo apoio incondicional e força que sempre me deu nos momentos em que o desânimo se apoderava de mim, sem ela seria impossível realizar este trabalho. As minhas desculpas pela ausência neste período de elaboração da Dissertação. MUITO OBRIGADO por fazeres parte da minha vida, és fantástica. AMO-TE MUITO;

Aos meus Pais, Álvaro e Maria, porque sempre me apoiaram nas decisões que tomei ao longo da minha vida e me proporcionaram as condições necessárias para as atingir, estiveram sempre do meu lado nos bons e maus momentos e pelos bons conselhos transmitidos, a eles o meu MUITO OBRIGADO, são os melhores Pais do Mundo;

Ao meu Irmão Carlos, pelo apoio familiar que em determinada altura deu à família;

À minha Sogra, D^a Albertina, pelo apoio que sempre nos deu em casa, em virtude das minhas ausências;

A todos os amigos e familiares que directa ou indirectamente contribuíram para a minha formação profissional e pessoal, a eles o meu muito obrigado;

À empresa Santana & C^a S.A. pelas oportunidades dadas no meu crescimento como profissional;

Ao meu orientador, Prof. Said Jalali, por acreditar no desenvolvimento desta Dissertação e pela disponibilidade e apoio dados na sua elaboração.

Ao meu anjo da guarda...

RESUMO

Metodologia BIM - Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras

O conceito de modelação 4D (modelação + tempo) entrou em discussão no final da década de 1990, nos Estados Unidos da América, Finlândia e Brasil. Com a introdução dos factores tempo e custo no projecto BIM, os construtores puderam gerir e simular as etapas da construção, assim como analisar melhor a possibilidade de construção antes da execução.

A principal vantagem da modelação 5D (modelação + tempo + custos) para os construtores é o aumento da precisão durante a construção, com menos desperdício de tempo, de materiais e de redução de alterações durante a execução das obras. Pode-se controlar tanto as actividades críticas que se sobrepõem durante a execução, compreender através de imagem virtual o projecto final, existindo uma maior conciliação das especialidades. Esse tipo de modelação pode ser utilizado para várias necessidades de visualização, algumas invisíveis, tais como a simulação dos esforços estruturais (análise por elementos finitos - FEA), do movimento de ar dentro de um ambiente (CFD), ou visualizar a acústica e distribuição do som.

Assim, a modelação destinada à simulação de comportamentos e análise visual dos dados técnicos tem sido usada para realçar o entendimento da complexidade da tarefa de projecto.

Em Portugal, além do uso da metodologia BIM na fase de projecto ser bastante reduzida em comparação com outros países, já na fase de construção e Direcção de Obra é quase nula.

Pretende-se com a elaboração desta Dissertação aplicar a metodologia BIM na Direcção Técnica de Obras, e avaliar as vantagens que poderão advir do seu uso e implementação.

RESUME

Methodology BIM - Building Information Modeling in the Technical Direction Works

The modeling concept 4D (modeling + time) entered in quarrel in the end of the decade of 1990, in the United States of America, Finland and Brazil. With the introduction of the factors time and cost in project BIM, the constructors they had been able to manage and to simulate the stages of the construction, as well as better analyzing the possibility of construction before the execution.

The main advantage of the modeling 5D (modeling + time + costs) for the constructors is the increase of the precision during the construction, with little wastefulness of time, materials and reduction of alterations during the execution of the works. It can be controlled in such a way the critical activities that if overlap during the execution, to understand through virtual image final project, existing a bigger conciliation of the specialties. This type of modeling can be used for some necessities of visualization, some invisible ones, such as the simulation of the structural efforts (analysis for finite elements - FEA), of the air movement inside of an environment (CFD), or to visualize the acoustics and distribution of the sound.

Thus, the modeling destined to the simulation of behaviors and visual analyses of the technical data have been used to enhance the agreement of the complexity of the task of project.

In Portugal, beyond the use of methodology BIM in the phase of project sufficiently to be reduced in comparison with other countries, already in the phase of construction and Construction Management she is almost null.

It is intended with the elaboration of this Thesis to apply methodology BIM in the Technical Direction Works, and to analyze the advantages that will be able to happen of its use and implementation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
Resumo	iv
Resume	v
Índice	vi
Lista de abreviaturas e siglas	viii
Lista de figuras	ix
Lista de Gráficos	xi
Lista de tabelas	xii
CAPÍTULO 1	1
INTRODUÇÃO	1
1.1. Objecto de estudo	1
1.2. Objectivos.....	1
1.3. Motivação.....	2
1.4. Metodologia	3
CAPÍTULO 2	4
BIM – Building Information Modeling.....	4
2.1. O que é o BIM – Building Information Modeling	4
2.2. BIM – Definição e Características.....	4
2.3. O crescente uso do BIM	7
2.4. Gestão de riscos	13
2.5. Recursos disponíveis para apoiar o crescimento e a adopção do BIM	14
2.6. Estudos de Caso.....	16
2.7. Varma Salmisaari Project - Oy Alfred A. Palmberg Ab	18
2.8. Kamppi Center - SRV Group	25
2.9. Ritz Carlton Highlands Lodge, Resort and SPA - Q&D Construction & Swinerton Builders.....	32
2.10. ROI – “Return on Investment” – Retorno do investimento	38

CAPÍTULO 3	44
Aplicação do BIM ao Centro de Saúde de Macedo de Cavaleiros	44
3.1. Projecto	44
3.2. Conceito de Construção Virtual	45
3.3. Criação do edifício virtual.....	46
3.4. Dados adquiridos do edifício virtual.....	48
3.5. Dados adquiridos durante a fase de construção.....	55
3.6. Comparação de dados obtidos do edifício virtual e da fase de construção	65
CAPÍTULO 4.....	69
Entrevistas aos utilizadores finais do edifício	69
4.1. Procedimento	69
4.2. Entrevista.....	69
4.3. Possíveis vantagens do uso do edifício virtual	71
CAPÍTULO 5.....	72
Vantagens e Desvantagens do BIM.....	72
5.1. Vantagens.....	72
5.2. Desvantagens	73
CAPÍTULO 6.....	74
Considerações Finais	74
6.1. Conclusão	74
6.2. Trabalhos Futuros.....	76
Referências Bibliográficas.....	79
Bibliografia e Cibergrafia.....	79
ANEXOS.....	83
Anexo 1 – exemplos de Listagens de materiais obtidos do edifício virtual	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM - Building Information Modeling

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

4D – Quatro dimensões

5D – Cinco dimensões

MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing (Instalações Mecânicas, Eléctricas e de Tubagens)

AVAC – Aquecimento, ventilação e ar-condicionado

ROI – Return on Investment (Retorno do investimento)

NIBS - National Institute of Building Sciences

CAD - Computer Aided Design

AIA - American Institute of Architects

AEC – Arquitectura, Engenharia e Construção

COBIE - Construction Operations Building Information Exchange

GSA - General Services Administration através dos seus edifícios de serviços públicos

PBS – Public Services Administration

OCA - Office of Chief Architect

CCP - Código dos Contratos Públicos (Decreto-Lei n.º 18/2008)

SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (Decreto-Lei n.º 78/2006).

LISTA DE FIGURAS

Imagem 1 – Modelos BIM são mais do que modelos 3d informáticos, são recursos de informação integrada (Fonte: McGraw-Hill Construction 2009 Smart Market Report — The Business Value of BIM) Photo courtesy of GHAFARI Associates.....	5
Imagem 2 – Imagem virtual do complexo de escritórios.....	18
Imagem 3 - Casa das máquinas - foram detectados problemas de coordenação entre a concepção estrutural e os elementos MEP.....	20
Imagem 4 – Corte através do modelo – estruturas e sistemas MEP no 4º andar	22
Imagem 5 - Fotografia aérea da obra.....	24
Imagem 6 – Fotografia aérea do Kamppi Center	25
Imagem 7 – Esquema 3D do projecto	26
Imagem 8 – Fotografia do edifício	31
Imagem 9 - Ritz Carlton Highlands Lodge, Resort and SPA.....	32
Imagem 10 – Secção do modelo de construção virtual 3D.....	34
Imagem 11 – A sequência ilustra claramente o desenvolvimento da construção	37
Imagem 12 - Desenho 2D que serve de base para execução de edifício virtual.....	46
Imagem 13 - Execução de paredes e portas com base nos desenhos 2D.....	47
Imagem 14 – perspectiva em fase de construção do edifício virtual.....	47
Imagem 15 - Cruzamento de tubagens AVAC.....	48
Imagem 16 – Tubagens à vista, por falta de espaço em tectos-falsos.....	49
Imagem 17 - Tubagens à vista em sanca do tecto falso no perímetro dos compartimentos.....	49
Imagem 18 – Tubagens à vista em sanca do tecto falso no perímetro dos compartimentos 2 .	49
Imagem 19 - Perspectiva da parede seleccionada	50
Imagem 20 – Listagem de quantidades duma parede seleccionada	51
Imagem 21 – Guia das quantidades dos elementos	52
Imagem 22 – Layout das condutas e tubagens das especialidades a albergar no tecto-falso ...	57
Imagem 23 – Simulação de conduta em tecto-falso.....	58

Imagem 24 - Simulação de conduta em tecto-falso 2.....	58
Imagem 25 – Equipamentos AVAC previstos na Central térmica	59
Imagem 26 – Termoacumulador das instalações Hidráulicas previsto na Central Térmica	59
Imagem 27 – Simulação dos equipamentos previstos na central térmica	60
Imagem 28 – Solução proposta de alargamento da central térmica ao espaço contíguo.....	60
Imagem 29 – Conciliação de quadros eléctricos com carretéis do sistema de incêndio.....	61
Imagem 30 – desenho de detecção de incompatibilidades de equipamentos sanitários com os de AVAC.....	62
Imagem 31 – Simulação duma solução de concepção da alimentação eléctrica aos estores exteriores	63
Imagem 32 – Comparação entre a edifício virtual e edifício real	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Source: McGraw Hill Construction 2009 Smart Market Report — The Business Value of BIM _____	8
Gráfico 2 - Source: McGraw Hill Construction 2009 Smart Market Report — The Business Value of BIM _____	8
Gráfico 3 - Source: McGraw Hill Construction 2009 Smart Market Report — The Business Value of BIM _____	10
Gráfico 4 – Contribuições das Maiores valias dos benefícios do BIM _____	13
Gráfico 5 - Número e percentagem de incongruências detectadas _____	21
Gráfico 6 – Planeamento – tarefas facilitam o planeamento contínuo de recursos para otimizar a produtividade _____	23
Gráfico 7 – Balizamento – Vico Control baseado nas tarefas por zonas facilita o planeamento dos recursos, de forma a otimizar a produtividade _____	29
Gráfico 8 - Gráfico de controlo – Um intuitivo e colorido gráfico fornece informação clara sobre as tarefas do projecto. _____	30
Gráfico 9 - Produtividade de projecto durante a implementação do sistema BIM _____	40
Gráfico 10 – De: Virtual Construction 2008 User Guide - A Guideline for the Vico Virtual Construction Process - © Vico Software – January 10, 2008 – pág.7 _____	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis da fórmula ROI _____	40
Tabela 2 – valores para as variáveis da fórmula ROI _____	41
Tabela 3 - Tabela automatica de elementos gerais _____	54
Tabela 4 - Tabela geral de elementos gerada automaticamente pelo programa _____	55
Tabela 5 – quantidades de alvenarias de tijolo previstas _____	64
Tabela 6 – Qauntidades de lajes previstas em projecto _____	65
Tabela 7 - área de paredes de alvenaria obtidas do edifício virtual _____	67
Tabela 8 - área de lajes obtidas do edifício virtual _____	68
Tabela 9 – Resultados das entrevistas sobre o grau de satisfação Realidade Vs Virtual _____	70

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. Objecto de estudo

Pretende-se com a presente Dissertação avaliar a aplicação da metodologia BIM - Building Information Modeling ao trabalho da Direcção Técnica de Obras.

Hoje em dia, quando o responsável pela Direcção Técnica duma obra recebe os desenhos de projecto, estes são normalmente apresentados em duas dimensões (2D), por vezes aparecem algumas perspectivas a 3 dimensões (3D), no entanto estas não passam de meras apresentações gráficas para tentar mostrar aos clientes o resultado final do projecto que estão a comprar.

Se nos dias que correm as apresentações 3D são tão importantes para evidenciar o Dono de Obra do resultado final do projecto, porque não utilizar o mesmo recurso para gerir as diversas fases da obra, conciliar especialidades e detectar incongruências, elaborar listagens de materiais com base nos desenhos, controlar os custos dos projectos e os prazos de execução? Tudo isto é possível fazer com recurso a alguns programas actualmente disponíveis no mercado.

1.2. Objectivos

Avaliar a aplicação da metodologia BIM - Building Information Modeling à Direcção Técnica de Obras, em comparação com as metodologias correntemente utilizadas.

1.3. *Motivação*

(VICO SOFTWARE. **Integrating Construction. The Virtual Construction Promise.** 2008) Há cerca de 70 anos, verificou-se uma das grandes conquistas do Mundo da construção – a construção do Empire State Building foi concluída num ano e quarenta e cinco dias. Hoje em dia, poucas empresas de construção estariam dispostas, ou mesmo poderiam, comprometer-se a construir um edifício de tal magnitude num tão curto espaço de tempo.

Na verdade, a situação ficou muito pior. Segundo a revista *The Economist*, 30% do processo de construção é repetido, e 60% do esforço de trabalho é desperdiçado. Há também uma perda de 10% devido aos materiais desperdiçados. As tecnologias usualmente utilizadas para a gestão do processo de construção revelam-se insuficientes para enfrentar a crescente complexidade dos edifícios e um mercado incessante à procura de prazos mais curtos.

Com estes desafios, só através da tecnologia de construção virtual, proprietários de imóveis, construtores em geral, e os gestores de construção podem melhorar a previsibilidade do projecto, reduzir riscos, controlar custos e otimizar planeamentos em grandes projectos de construção e de execução complexa (VICO SOFTWARE. **Integrating Construction. The Virtual Construction Promise.** 2008).

Num Sector da Construção cada vez mais exigente e em que a sua Sustentabilidade passa por se exigir cada vez mais de todas as fases de intervenção, desde o projecto à concepção, a metodologia BIM é uma contribuição bastante importante para que se atinjam patamares de perfeição mais elevados, controlando melhor os prazos de execução (4D) e os custos (5D).

1.4. Metodologia

Inicialmente serão introduzidos num programa de modelação BIM (VICO Software) os elementos duma empreitada já concluída pelas metodologias correntemente utilizadas, com conhecimento dos prazos para a construção, controlo e resultado financeiro, anomalias de projecto e quantidades de materiais gastos. De seguida analisar-se-ão os resultados obtidos através do programa de modelação BIM. Numa fase final faz-se a comparação dos resultados conhecidos da empreitada e os obtidos através do programa de modelação BIM, comparando as vantagens e desvantagens de cada um dos métodos.

CAPÍTULO 2

BIM – BUILDING INFORMATION MODELING

2.1. O que é o BIM – Building Information Modeling

BIM é um conceito que fundamentalmente envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito.

BIM é a criação paramétrica, ou inteligente, de modelos em perspectiva 3D em vez de desenhos 2D “não inteligentes”. O BIM opera sobre uma base de dados digital e qualquer alteração feita nesta base de dados reflecte-se em todas as peças desenhadas que compõem o projecto. Isto permite que todos os envolvidos no período de vida dum empreendimento de construção – Arquitectos, Engenheiros, Empreiteiros e Proprietários – possam visualizar o modelo de modo diferente, conseguindo facilmente partilhar e sincronizar informações (ARSENAULT, P. J., Dezembro 2009.).

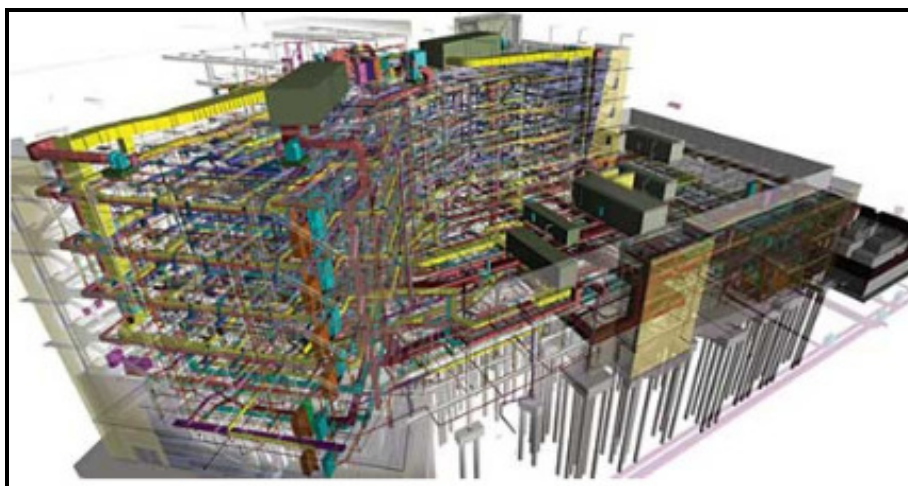
2.2. BIM – Definição e Características

(ARSENAULT, P. J., Dezembro 2009) Para se perceber melhor a natureza desta importante ferramenta, vamos verificar como está definido o BIM. De acordo com o National Institute of Building Sciences (NIBS), "A Building Information Model (Modelo) é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação.

Como tal, serve como um conhecimento compartilhado de recursos para obter informações sobre uma instalação formando uma base sólida para as decisões desde o início do seu ciclo de vida em diante."

Aqui a chave, é que o modelo BIM torna-se num recurso longo e compartilhado para um edifício ou instalação desde os primeiros desenhos de concepção, através da construção, durante os anos é usado e mantido, através de quaisquer alterações, acréscimos ou reformulações de uso, por completo até ao fim da sua vida útil e eventual demolição ou desconstrução. Além disso, NIBS continua a apontar o seguinte:

"Alguns têm identificado o BIM que é como lidar apenas com modelação e visualização 3D. Embora esta descrição seja importante e verdadeira, é limitadora. Um conceito mais correcto é que um modelo deve conter todas as informações pertinentes, gráficas e não gráficas de uma instalação, funcionando como um recurso integrado. Um objectivo preliminar é eliminar o desperdício de repetição de trabalho e reformatar a facilidade de informação."



**IMAGEM 1 – MODELOS BIM SÃO MAIS DO QUE MODELOS 3D INFORMÁTICOS, SÃO RECURSOS DE INFORMAÇÃO INTEGRADA
(FONTE: MCGRAW-HILL CONSTRUCTION 2009 SMART MARKET REPORT — THE BUSINESS VALUE OF BIM) PHOTO COURTESY OF
GHAFARI ASSOCIATES**

A integração das informações gráficas e não gráficas num só local dá muito mais valor ao modelo, funcionando como um recurso que pode ser acedido por muitas pessoas em vez de ter que se desperdiçar tempo e dinheiro para duplicar trabalho. O desperdício actual da duplicação de trabalho no projecto de construção e construção, embora difícil de quantificar com precisão, é estimado pelo NIBS que se aproxima de US \$ 400 bilhões de dólares anuais, sem ter em conta os processos operacionais. Eliminar este desperdício foi um factor motivador por parte dos proprietários e outros que procuram um resultado superior para os edifícios incorporando uma melhor coordenação e uma metodologia que evite repetições. NIBS também lançou uma iniciativa específica conhecida como a buildingSMARTalliance™, que em relação ao aumento do uso de modelação electrónica para edifícios tem algumas mudanças, similares às que precederam o fabrico das aeronaves, microprocessadores e indústrias automóveis. Com base nos sucessos doutras indústrias, o BIM é geralmente caracterizado como tendo diversas características chaves:

- Digital ou em formato electrónico - O modelo é criado inteiramente em computadores;
- Baseado em objectos paramétricos - As informações contidas no modelo não são uma série de linhas e formas como em muitos Computer Aided Design (CAD), mas sim uma colecção tridimensional de "objectos" que são inseridos ou virtualmente "construídos" no modelo. Os objectos são frequentemente seleccionados ou criados em softwares BIM genéricos ou personalizados por profissionais de desenho. Objectos paramétricos são aqueles que se ajustam automaticamente a outros objectos num modelo, tal que, se uma alteração é feita para o modelo que afecta o tamanho ou a localização ou o afastamento do objecto, ele move-se e ajusta-se de acordo;
- Agrupamentos da informação - Para além da representação física de um objecto, os dados funcionais (por exemplo, especificações, garantia, fabrico, etc.) associados a

esse objecto são incorporados ou vinculados ao objecto BIM e facilmente acessíveis e legíveis;

- Interoperabilidade - Com as informações provenientes de várias fontes, a possibilidade de partilhar abertamente e facilmente as informações em formatos genéricos, sem as restrições do software torna-se crítica. Este ponto é comum entre um número de actividades baseadas no computador e tem forte precedente noutros lugares. Na verdade, o Institute of Electrical and Electronics Engineers (I-E triplo) gastou uma quantidade considerável de esforço ao aprofundar este tema e oferece esta definição de interoperabilidade: "A capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes trocarem informações e usar as informações que foram trocadas." Um modelo que incorpora todos esses recursos caminha para a verdadeira definição do BIM e a sua desejada capacidade de fornecer resultados.

2.3. *O crescente uso do BIM*

(ARSENAULT, P. J., Dezembro 2009) Obviamente, qualquer ferramenta só tem valor se for realmente utilizada e colocada em prática. Com a finalidade de, na prática, saber as tendências actuais e previstas de uso do BIM, bem como o seu valor, McGraw-Hill Construction tem realizado uma série de estudos em parceria com o objectivo NIBS, o American Institute of Architects (AIA), e outros, e publicou os resultados como um "Smart Market Report - O Valor de Negócio do BIM" (ver www.aia.org/IPD). A emissão deste relatório 2009 actualiza os resultados da edição de 2007, e revela algumas introspecções sobre quem está a usar o BIM e porquê. Este estudo é baseado na recolha de informações através de inquéritos a milhares de participantes de todas as partes do espectro da Arquitectura, Engenharia e Construção (AEC) em toda América do Norte.

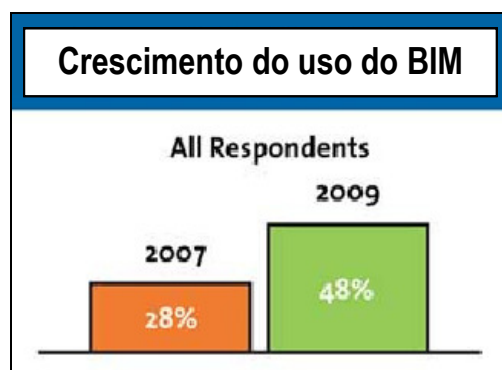


GRÁFICO 1 - SOURCE: MCGRAW HILL CONSTRUCTION 2009 SMART MARKET REPORT — THE BUSINESS VALUE OF BIM

Alguns dos destaques deste estudo estão resumidos a seguir:

- Quase metade (49%) do total da indústria AEC está agora a usar o BIM. Este nível de utilização subiu consideravelmente desde 2007, quando o mesmo estudo revelou que apenas 28% do total da indústria estava a usar o BIM, ou ferramentas relacionadas naquela altura. Este representa um crescimento recente dramático - um aumento de 75% em dois anos. Além disso, a competência também sobe drasticamente, com três vezes mais usuários caracterizando-se como avançados ou peritos - 42% em 2009 em comparação com apenas 14% em 2007.

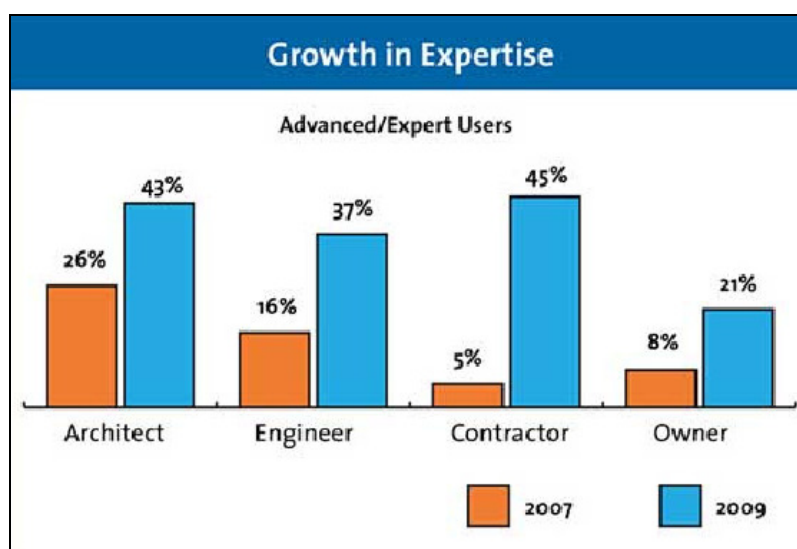


GRÁFICO 2 - SOURCE: MCGRAW HILL CONSTRUCTION 2009 SMART MARKET REPORT — THE BUSINESS VALUE OF BIM

À luz destes resultados, Steve Jones, um dos co-autores do relatório da McGraw-Hill Construction disse, "Com cerca de metade dos norte-americanos da indústria de AEC já fora suas cadeiras de praia e, pelo menos vagueando o tornozelo profundamente no surf do BIM, nós podemos parar de hiperventilar sobre "BIM" e apenas deixar o BIM seguir um trajecto regular de negócio".

- Todos os usuários BIM planeiam aumentos significativos na utilização do BIM - Totalmente um terço de todos os usuários actuais BIM interrogados no relatório, empregam o BIM em 60% ou mais dos seus actuais projectos, mas duas vezes mais usuários esperam estar a esse nível nos próximos dois anos. Daqueles que ainda não utilizam BIM, metade ainda nem sequer experimentou, embora estejam abertos a isso, e pelo menos 42% dos que não usam, acredita que o BIM vai ser muito importante nos próximos cinco anos. A tendência de maior utilização observada durante os últimos dois anos parece que continuará com base nesses resultados da pesquisa.

- Diferentes grupos de utilizadores têm diferentes níveis de utilização, mas na globalidade a maioria dos utilizadores estão a analisar os benefícios reais de negócio directamente atribuíveis ao BIM - O relatório divide algumas observações interessantes sobre os diferentes grupos que utilizam o BIM:

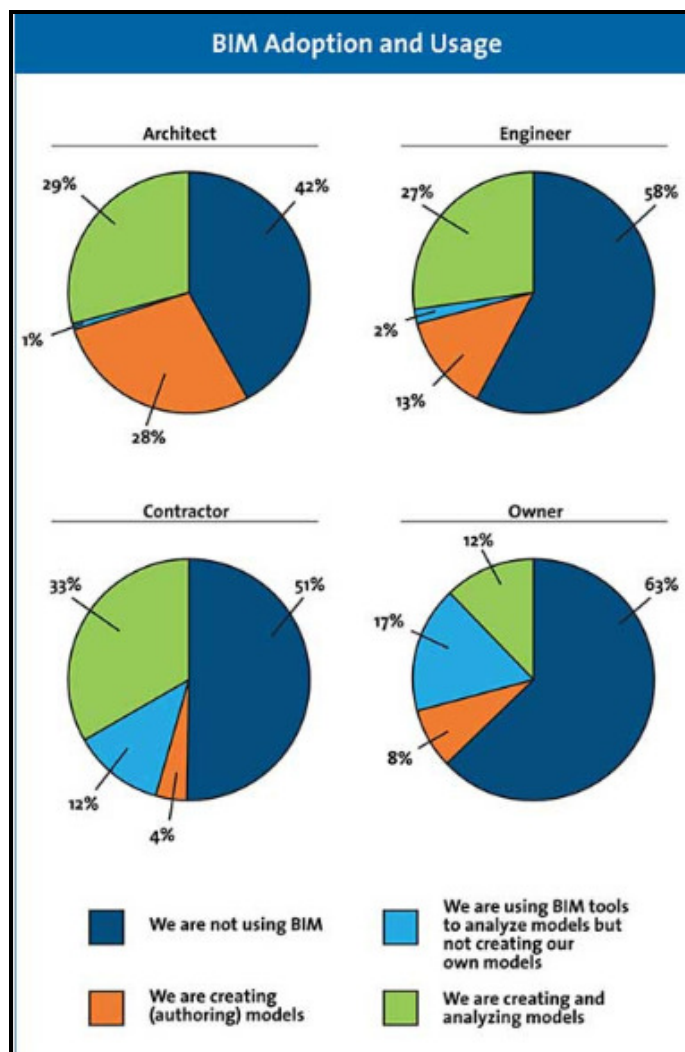


GRÁFICO 3 - SOURCE: MCGRAW HILL CONSTRUCTION 2009 SMART MARKET REPORT — THE BUSINESS VALUE OF BIM

- Arquitectos: O BIM utilizado na indústria de AEC é deve-se ao facto do início da sua utilização se ter dado dentro da comunidade de arquitectura e esta adopção precoce faz com que os arquitectos reinem como a maior percentagem de utilizadores BIM. Tal como 60% dos arquitectos relatam ter criado na prática um modelo BIM, dois terços consideram-no de alto valor no núcleo de desenvolvimento dum projecto e nas fases de construção da sua documentação. Este valor é baseado numa maior produtividade e numa redução da necessidade de refazer desenhos de projecto;

- Engenheiros: Em geral, este grupo de profissionais do projecto está aquém dos arquitectos, com apenas 42% dos engenheiros do relatório é que usam o BIM, que na verdade é inferior à percentagem de utilização dos empreiteiros. Entre a resistência comum expressa pelos engenheiros é a disponibilidade de conteúdos de engenharia suficiente de que o BIM é compatível ou a percepção de que esta abordagem não se aplica às suas práticas específicas de engenharia. No lado positivo, os engenheiros vêm a redução de conflitos e mudanças durante a construção como principais benefícios BIM e que agregam valor a um projecto.

- Empreiteiros: Este grupo de utilizadores está a crescer no uso mais rapidamente do que qualquer outro, actualmente com 50% dos entrevistados a usar BIM ou ferramentas relacionadas em comparação com apenas 13% em 2007 - um aumento de quatro vezes em apenas dois anos. Este crescimento é provavelmente alimentado pela valiosa descoberta que quase 70% dos empreiteiros que usam o BIM estão a encontrar, têm maior probabilidade de evitar erros e problemas de omissões durante a construção, aumentando a produtividade, evitando conflitos e melhorando o desempenho, tanto do orçamento como do planeamento.

- Proprietários: Com um grupo, de aproximadamente 37% dos proprietários de edifícios que relatam a facilidade em usar o BIM, apesar de muitos ainda tenham que executar as operações de manutenção a longo prazo. No entanto, vêm o lado positivo através doutros benefícios, tais como a redução dos custos globais do projecto, a detecção de colisões, evitar repetições de trabalho e na generalidade um melhor resultado final da construção.

- Fabricantes de Material: Informações precisas e dimensionamento são as chaves para o sucesso da fabricação de material em qualquer projecto de construção. Mais cedo ou mais tarde, ao reunir os fabricantes para o processo de concepção e construção, eles podem colaborar com o resto da equipa para fornecerem e extraírem dados a partir do modelo BIM, em vez de o construírem separadamente. Desta forma, o projecto pode

beneficiar e a qualidade geral ser melhorada, ser de mais fácil exequibilidade, haverá uma maior oportunidade de redução de resíduos e melhores prazos de fabricação.

- Fabricantes de produtos: Este grupo está a começar a perceber os potenciais benefícios da integração BIM na forma como eles comunicam e interagem com todos os outros utilizadores em cima referidos. Alguns estão a desenvolver as suas próprias bibliotecas dos seus produtos como objectos completos BIM. Os serviços comerciais estão também a trabalhar com um crescente número de fabricantes para fazer objectos BIM dos seus produtos disponíveis para os criar e utilizar modelos BIM. Globalmente, em seguida, o relatório assinala que “a capacidade das equipas para criar modelos mais ricos e com mais dados para partilhar com o BIM têm ajudado a promover mais a tomada de decisão colaborativa em projectos. BIM tem-se revelado uma ferramenta eficaz para isso [método integrado de entrega do projecto], rompendo com a tradição de um membro da equipa entregar o trabalho concluído com pouco ou nenhum do trabalho dos outros membros.” Também resume os benefícios globais relacionados com a economia de tempo e dinheiro através de:

- 1) Evitar conflitos/ resolução;
- 2) O aumento da produtividade/ eficiência;
- 3) A prevenção de repetição de trabalho/ alterações.

Além de economizar tempo e dinheiro existem, no entanto, outros benefícios globais para todos os intervenientes, incluindo:

- 1) Uma melhor compreensão do projecto durante as fases ou etapas;
- 2) Melhor colaboração;
- 3) Melhor visualização;

Algumas tendências futuras notáveis também incluem o potencial de reduzir a necessidade para medições e desenhos, ao reservar mais tempo para o projecto e menos tempo para documentar e processar.

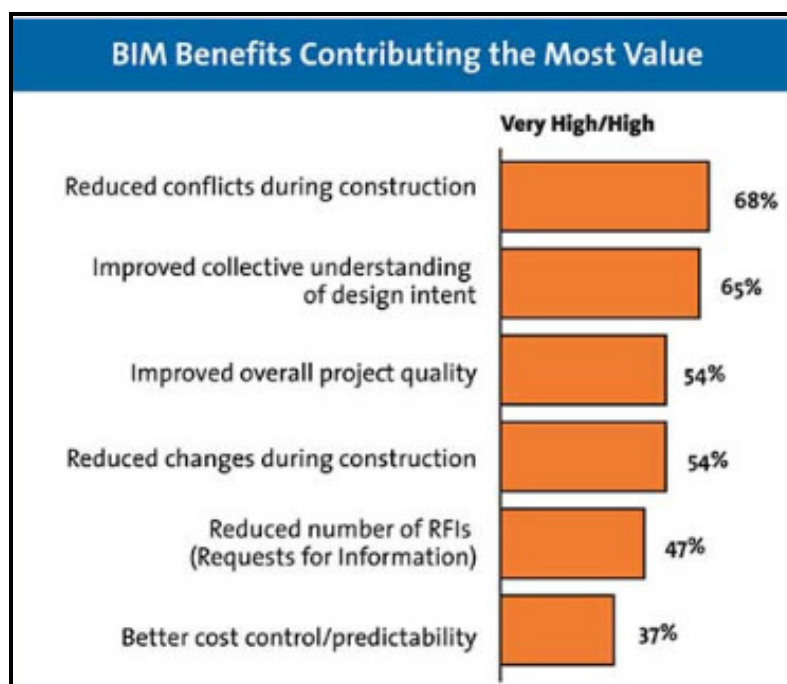


GRÁFICO 4 – CONTRIBUIÇÕES DAS MAIORES VALIAS DOS BENEFÍCIOS DO BIM

2.4. Gestão de riscos

(ARSENAULT, P. J., Dezembro 2009) O BIM tem sido apelidado pelos gestores de riscos e empresas seguradoras de diversas formas. Uma dessas empresas, Victor O. Schinnerer & Company, Inc., afirmou, "BIM não é apenas a transferência electrónica de documentos em papel. Ele aumenta a capacidade de controlar e manipular dados e informações de uma forma sem precedentes e num formato de interoperabilidade. A mudança para o modelo de informação baseado em dados paramétricos, o modelo de informação baseado significa que o desenho digital pode ser utilizado para estimativas de custos, simulações, programação, análise de energia, projecto estrutural, a integração de SIG, fabricação, montagem e gestão de instalações." Essencialmente,

eles concordam que esta é mais uma forma de pensar e uma maneira muito mais colaborativa de criação de uma base central de dados sobre um edifício. No entanto, há uma necessidade de liderança e controlo das informações a fim de gerir e controlar os riscos associados com o controlo responsável dos dados e a sua utilização. Schinnerer abordou este ponto ao afirmar, "as empresas de serviços profissionais devem estar no controlo da fonte de informação. Tal como a integração de projecto e construção evolui, a protecção da saúde pública, segurança e bem-estar se tornam mais críticas. Faz sentido acrescentarmos a necessidade de ter um profissional responsável habilitado. " Daí o papel do arquitecto licenciado ou, em alguns casos, um engenheiro licenciado como um líder da entidade responsável do Modelo BIM é uma parte importante da colaboração adequadamente gerida. Significa também que todos aqueles que querem contribuir para um modelo BIM devem procurar primeiro o Arquitecto para a análise da eventual necessidade da inclusão das suas informações no modelo.

2.5. Recursos disponíveis para apoiar o crescimento e a adopção do BIM

(ARSENAULT, P. J., Dezembro 2009) Uma série de organizações estão a trabalhar para apoiar a já crescente adopção e utilização do BIM. Esses esforços servem como importantes recursos e oportunidades para alguém que está a desenvolver modelos ou objectos BIM no seu próprio trabalho.

- The American Institute of Architects (AIA) - A AIA tem em curso uma iniciativa estratégica relacionada com a prática integrada/ Integrated Project Delivery (IP / IPD). Esta abordagem, "alavanca das primeiras contribuições de conhecimentos e competências através da utilização de novas tecnologias, permitindo que todos os membros da equipa possam realizar melhor o seu potencial de expansão, com o contributo que prestam em todo o ciclo de vida do projecto. Através de um método integrado de entrega de projecto, proprietários, projectistas e construtores podem

caminhar no sentido de obter modelos unificados e uma melhor concepção, construção, operações e processos" (www.aia.org/IPD). Além disso, a Comunidade de Conhecimento da AIA - Technology in Architectural Practice (TAP), serve como "um recurso para os membros da AIA, para a profissão, e para o público na implantação da informática na prática da arquitectura. Os membros TAP acompanham o desenvolvimento da tecnologia informática e o seu impacto sobre o exercício da arquitectura e do ciclo de vida da construção, incluindo a concepção, construção, gestão de instalações e reabilitações ou reutilizações." A AIA também patrocina vários eventos durante o ano, tais como conferências ou seminários que se concentram no BIM e em temas relacionados. Além disso, prémios anuais de desenho são especificamente atribuídos para projectos gerados com o BIM (www.aia.org/TAP).

- Normas BIM Nacionais - Reconhecendo os esforços de que globalmente a indústria ainda é bastante fragmentada e tendo em conta que os esforços actuais não passam de meras iniciativas individuais, NIBS criou o [™]BuildingSMARTalliance, que está a desenvolver um padrão nacional BIM (NBIMS), semelhante ao Nacional Standards CAD que tem sido usado a algum tempo. Através deste esforço, a meta pretendida é estabelecer padrões uniformes que podem ser usados por todas as partes para "promover a inovação em processos e infra-estruturas" e "obter informações necessárias para criar e construir edifícios maravilhosos." Como Deke Smith, FAIA, director executivo do [™]buildingSMARTalliance afirma: "Estamos a trabalhar na criação de infra-estruturas básicas para que o acesso aberto a todos seja alcançado." Assim, o desenvolvimento de NBIMS ajudará a colocar todos os operadores BIM numa plataforma comum de trabalho baseado na interoperabilidade, com padrões e processos abertos e livres (<http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/>).

- Construction Operations Building Information Exchange (COBIE) - The Whole Building Design Guide (<http://www.wbdg.Org/resources/cobie.php>) é outra iniciativa do NIBS. Ele reconhece que as operações de gestão e manutenção dos edifícios exigem a transferência de informações no final da construção ou reabilitação de projectos. A

maioria dos contratos exigem a entrega de documentos em papel (telas finais) que contenha essa informação na forma de listas de equipamentos, fichas de produto, garantias, lista de peças suplentes, programações de manutenção preventiva, etc. COBIE foi desenvolvido como um processo padronizado para tratar e actualizar essa necessidade. Ao incorporar este processo, projectistas fornecem um layout do espaço, com registo e apresentação da lista de equipamentos, num arquivo que outros possam usar. Uma vez que deverá ser efectuado num formato editável, não necessita de software específico. Portanto, podem ser fornecidos manualmente ou através da utilização de CAD ou arquivos BIM. Uma vez que uma das vantagens do BIM é a junção de todas essas informações num único local, editável e interactivo, a ligação entre o COBIE e o crescimento do BIM torna-se aparente.

- Administração Geral de Serviços. "Em 2003 a General Services Administration (GSA), através dos seus edifícios de serviços públicos (PBS) e Office of Chief Architect (OCA), estabeleceu o Programa Nacional BIM-3D-4D. OCA usou mais de 30 projectos no seu programa piloto e está a avaliar e a apoiar a três dimensões (3D), a quatro dimensões (4D) e com o modelo de informação do edifício (BIM) o uso em mais de 35 projectos em andamento em todo o país. O poder de visualização, a coordenação, simulação e optimização do 3D, 4D, e tecnologias informáticas BIM permitiu ao GSA conhecer melhor o cliente, projecto, construção e as exigências do programa. GSA está empenhada na adopção estratégica e incremental do 3D, 4D, e tecnologias BIM." (Fonte:http://www.gsa.gov/Portal/gsa/ep/contentView.do?contentType=GSA_OVERVIEW&contentId=20917).

2.6. Estudos de Caso

No nosso país o conceito BIM é pouco conhecido, há alguns casos de gabinetes de projecto que já fazem os seus trabalhos com esta metodologia e na fase de construção existem também alguns programas pilotos desenvolvidos. No entanto, uma das

maiores entraves para a implementação da metodologia BIM numa empresa de construção em Portugal, mais concretamente no trabalho da Direcção Técnica de Obras, é sem dúvida a mentalidade existente no sector, pois o comentário diversas vezes ouvido: “...já faço isto desta forma há trinta anos...”; não agoura muitas expectativas. Se analisarmos a evolução do sector nos últimos trinta anos, em comparação com outros sectores da actividade económica, verifica-se que ainda há muitos trabalhos e serviços que se executam da mesma forma, daí podemos verificar a enorme dificuldade que existe para implementar novas metodologias e conceitos.

Ao contrário do que se passa em Portugal, noutros países, mais concretamente nos Estados Unidos da América, na Finlândia, na Noruega, na Suécia e no Reino Unido, o cenário é bastante diferente, pois existem diversos casos de sucesso com a implementação da metodologia BIM, talvez devido ao facto da cultura dos países nórdicos ser bastante mais receptiva às mudanças do que os países latinos.

2.7. *Varma Salmisaari Project - Oy Alfred A. Palmberg Ab*



IMAGEM 2 – IMAGEM VIRTUAL DO COMPLEXO DE ESCRITÓRIOS

2.7.1. *Projecto*

(VICO SOFTWARE. **Case Study. Varma Salmisaari project, Finland.** Setembro 2007)
Complexo de escritórios com oito edifícios, altura de quatro a doze andares, dois níveis de estacionamento subterrâneo e um pátio interno. Área bruta total do complexo – 66.000m².

2.7.2. *Empreiteiro geral*

O Grupo Palmberg é um empreiteiro geral com actividade em toda a Finlândia e a Suécia Central. As áreas de negócio do Grupo Palmberg vão desde as obras públicas ao sector privado, tanto em obras de habitação, como empreendimentos comerciais e industriais.

Citando Aalto: “Com a tecnologia do Vico Software Virtual Construction, as quantidades são retiradas directamente do modelo. Isto faz com que as tarefas sejam mais realísticas do que nunca”

2.7.3. Desafios

O Grupo Palmberg pretendia uma solução de gestão que lhe permitisse cumprir prazo e orçamento apertados, fornecendo qualidade ao empreendimento com os riscos minimizados.

Na execução do projecto Salmisaari Varma, o Grupo Palmberg pretendia obter as quantidades de projecto numa forma eficiente, para poder controlar as quantidades de produção com maior facilidade.

Outras questões de prioridade foram: avaliar como as mudanças de concepção afectariam a gestão da produção; como é que a informação obtida da modelação do edifício virtual pode ser utilizada no planeamento e como a tecnologia 5D pode ser explorada durante o projecto e processos de construção.

2.7.4. Solução

Procurando uma solução óptima e uma abordagem integrada, o Grupo Palmberg encontrou no produto “Vico Software’s Virtual Construction” a resposta às suas exigências.

Para que a produtividade de aplicação do software e da metodologia BIM ao projecto fosse imediata, coube à equipa do “Vico Software’s Virtual Construction” o serviço de liderar o processo de implementação e suporte.

A equipa do projecto apresentou um relatório, baseado no modelo, com as quantidades obtidas, análise de planeamento e um modelo 5D unificado.

2.7.5. Método

Com base nos documentos de projecto, a equipa de serviço da empresa de software produziu um modelo virtual 3D do projecto, que incluía a Arquitectura, a Estrutura e os dados dos projectos MEP. O modelo facilitou a compreensão comum do projecto, facilitou a conciliação das especialidades e a detecção de problemas existentes entre estas.

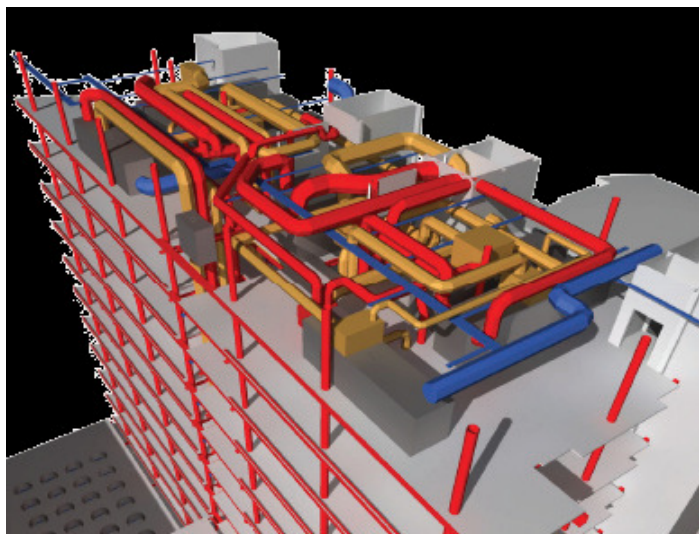


IMAGEM 3 - CASA DAS MÁQUINAS - FORAM DETECTADOS PROBLEMAS DE COORDENAÇÃO ENTRE A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E OS ELEMENTOS MEP

A equipa realizou um detalhado Relatório de Análise de Conciliação, que referia mais de 260 anomalias que careciam de resolução. Depois, reunindo as equipas de Arquitectura, Estrutura e MEP, conciliaram-se as diversas especialidades e reduziram-

se os erros do modelo virtual, provando ser uma ferramenta bastante valiosa para a concepção e construção.

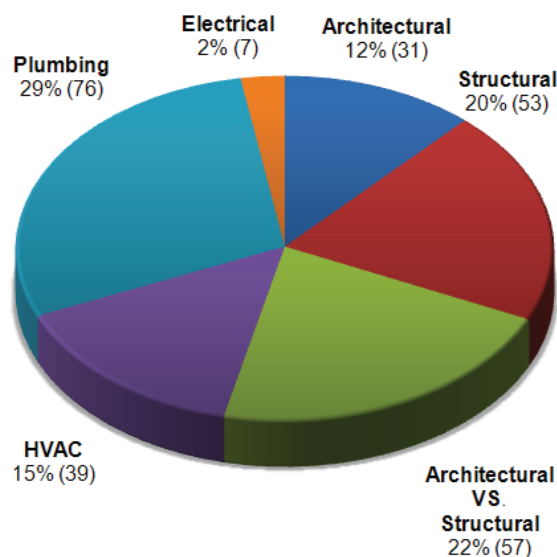


GRÁFICO 5 - NÚMERO E PERCENTAGEM DE INCONGRUÊNCIAS DETECTADAS

Com base nas quantidades do modelo 3D, através do programa Vico Estimator, obtia-se rapidamente e com alta precisão os recursos necessários.

Além disso, foi possível gerar um planeamento otimizado, baseado em zonas a partir do modelo de construção, baseado nos recursos necessários e nos rendimentos médios de mão-de-obra do empreiteiro.

Usando estas ferramentas, a equipa garantiu que todas as quantidades e as tarefas de produção agendadas fossem representadas e nada fosse esquecido.

2.7.6. Benefícios

Para o Grupo Palmberg, o modelo de construção virtual resolveu muitos problemas de coordenação, poupando tempo e dinheiro na sua resolução. Nas palavras de Erno Aalto, “Quanto mais cedo nós identificarmos os potenciais problemas de execução, mais facilmente conseguimos evitá-los. Por exemplo, agora podemos facilmente comunicar como os atrasos no projecto influenciam as nossas tarefas e a produção da construção.”

Outra vantagem da representação 5D é a capacidade de a usar na fase de construção, comunicar com os subempreiteiros e coordenar as suas actividades.

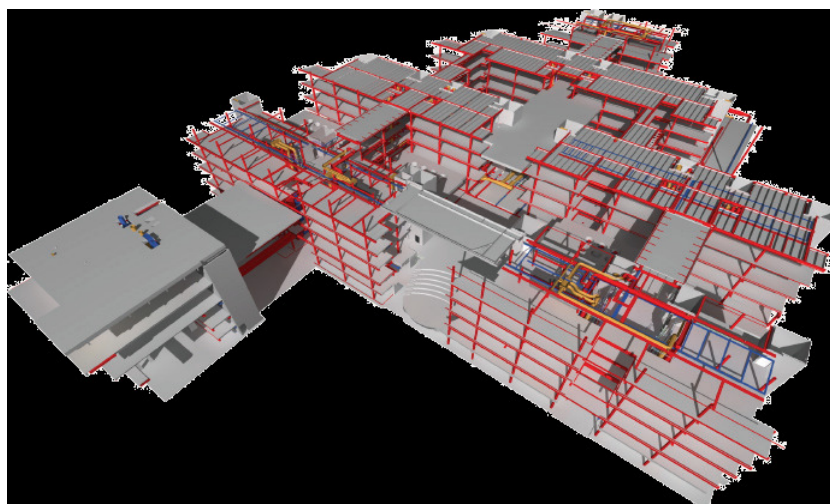


IMAGEM 4 – CORTE ATRAVÉS DO MODELO – ESTRUTURAS E SISTEMAS MEP NO 4º ANDAR

Em suma, o Grupo Palmberg, descobriu que as simulações visuais do processo de construção originaram uma construção eficiente e uma melhor coordenação. Além disso, o modelo alia o desenho e a estimativa de produção, em função do desenvolvimento real. Ao integrar os diversos dados, o Grupo Palmberg foi capaz de acelerar a fase de preparação de obra, criar um planeamento preciso e minucioso, reduzindo o tempo real de construção.

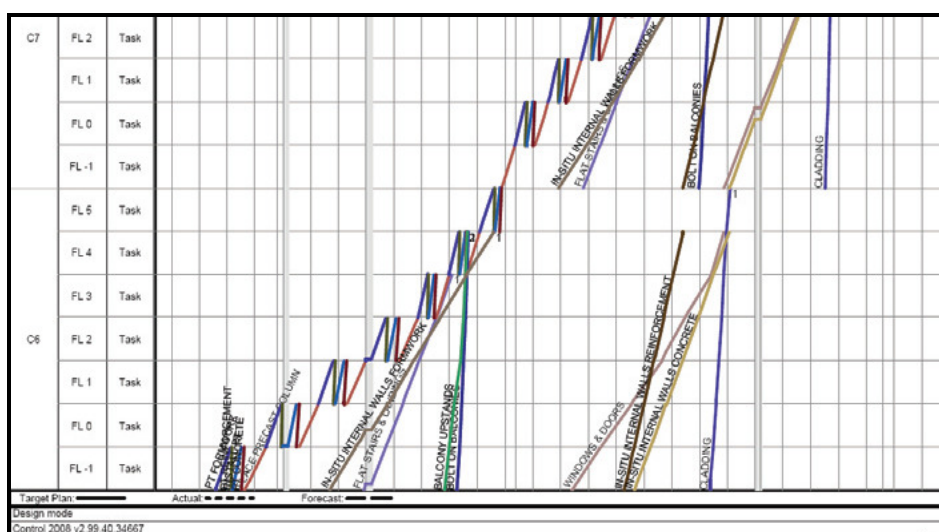


Gráfico 6 – Planeamento – tarefas facilitam o planeamento contínuo de recursos para otimizar a produtividade

2.7.7. Resultados

Os resultados obtidos neste projecto foram:

- Conclusão de um projecto em grande escala 6 meses antes do tempo;
- Risco minimizado;
- Comunicação Melhorada;
- Planeamento otimizado.

2.7.8. Olhando para o futuro

Vico Software fornece uma consultoria profissional “hands-on”, em que o conhecimento real é transferido para o cliente em todas as fases do projecto.

Este serviço de conceito único permite a confiança e um processo de implementação harmoniosa, sem perder produtividade. “A capacidade de otimizar a produção desde o início, identificar e incluir todos os riscos relevantes para a nossa estimativa é uma maior valia”, diz Erno Aalto.

O Grupo Palmberg está confiante de que, adoptando a metodologia BIM e os serviços da Vico Software em projectos futuros, vai obter trabalho de alta qualidade, reduzir o risco e permitir um processo de construção eficiente e rentável.

Citando Erno Aalto, do Grupo Palmberg: “Num projecto deste tamanho, estamos habituados a ter uma estimativa de tempo integral e 10 pessoas extraindo quantidades dos desenhos. Com o Vico Virtual Construction, uma pessoa trabalha com o modelo e controla toda a organização de uma forma rápida e precisa.”



IMAGEM 5 - FOTOGRAFIA AÉREA DA OBRA

2.8. *Kamppi Center - SRV Group*



IMAGEM 6 – FOTOGRAFIA AÉREA DO KAMPPI CENTER

2.8.1. *Projecto*

(VICO SOFTWARE. **Case Study. Kamppi Center Project.** Janeiro 2008) O complexo de edifícios de Kamppi Center está localizado no movimentado centro de Helsínquia. Com um projecto de quatro anos de construção, com um orçamento total de € 500M, uma área de construção de 135.000 m² de construção, este foi o maior estaleiro de obras urbanas na história da Finlândia. O centro é composto por uma estação central de autocarros, um terminal de metro, uma área de estacionamento interno, um centro comercial de seis pisos, escritórios de primeira qualidade e apartamentos residenciais.

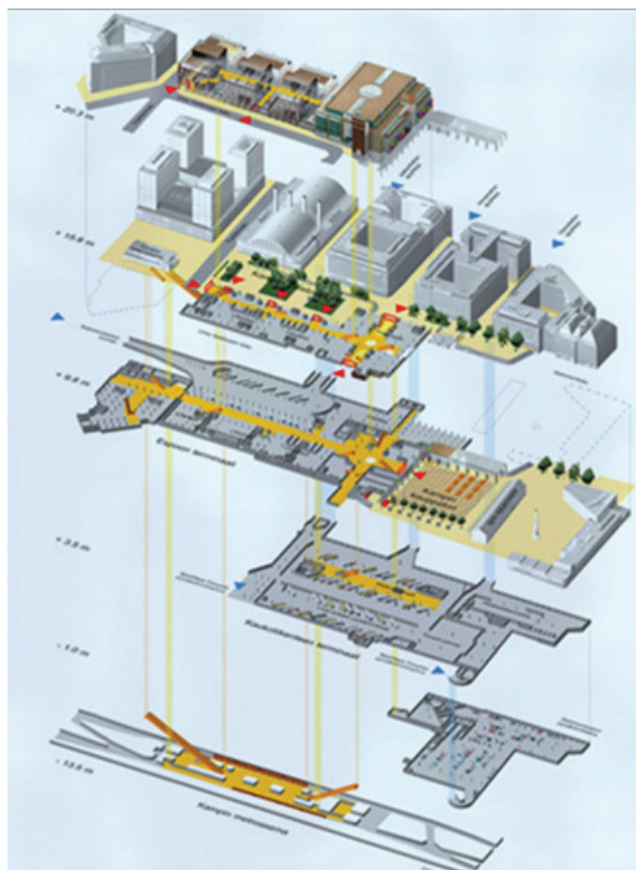


IMAGEM 7 – ESQUEMA 3D DO PROJECTO

2.8.2. *Empreiteiro geral*

Fundado em 1987, o Grupo SRV é um empreiteiro Finlandês líder em gestão de projectos. A empresa emprega cerca de 671 funcionários e tem um volume de negócios anual de cerca de € 430M.

Citando Jussi Uusivirta do Grupo SRV: “Usando o Vico Software Control, e com a ajuda da equipa Vico Serviços de Construção, fomos capazes de terminar este projecto gigantesco e complexo seis meses antes do tempo”

2.8.3. Desafios

Devido ao seu tamanho e localização urbana sensível, o projecto de construção do Kamppi Center apresentou desafios especiais. Situado no coração de Helsínquia, o local de construção situado directamente sobre um metro operacional. Só para preparar o local para a construção, tinham de ser escavados 60.000 camiões de terra e rocha.

Num esforço sobre-humano, o projecto envolveu complicados desafios logísticos. Os gestores do projecto foram responsáveis pela supervisão de 800 subempreiteiros diferentes, 2.000 trabalhadores de especialidades e um total de 5.000 trabalhadores da construção civil. A magnitude do projecto, e o grande número de pessoas envolvidas, exigiu muita arte na programação e coordenação.

2.8.4. Solução

O tamanho do projecto Kamppi Center requeria um planeamento particularmente preciso e minucioso. Os vários segmentos que compunham este extenso projecto, tinham de ser encaixados de uma forma bastante cuidada. A localização no centro da cidade representava uma das grandes exigências em termos de planeamento, pois as obras tiveram que ser sincronizadas para encaixarem no dia-a-dia da cidade. Para efectivamente controlar e planear o cronograma de construção, o Grupo SRV escolheu o Vico Software, permitindo uma programação por zonas e um sistema de gestão de aquisições.

Controlo baseado em zonas e programação baseada em recursos, são as capacidades de optimização da programação, além da sua capacidade de previsão de um planeamento de projecto baseado no progresso real da obra, permitiu ao Grupo SRV

garantir que os planeamentos do projecto eram viáveis e fáceis de comunicar aos subempreiteiros.

2.8.5. Método

Presentes em todo o processo, consultores Vico trabalhavam na obra como parte da equipa de gestão. Durante a fase de preparação de obra, estes ajudaram a estabelecer o planeamento e aproveitaram para dar formação aos elementos do Grupo SRV, reduzindo os prazos necessários para a implementação do método.

Mais tarde, quando os trabalhos começaram, eles ajudaram a criar a previsão do cronograma, executando planeamentos alternativos e participando nas reuniões de coordenação com os subempreiteiros.

Vico Control com capacidade de planeamento baseado em recursos em conjunto com os dados do progresso real de construção do projecto, permitiu ao Grupo SRV calcular quantidades por zonas e avaliar as necessidades de recursos de acordo com os rendimentos de produção.

2.8.6. Benefícios

Usando o Vico Control, a equipa SRV minimizou significativamente os riscos de projecto. A utilização de recursos por zonas baseada no planeamento, combinada com o balizamento, permitiu uma grande precisão, optimizando e equilibrando a programação, e adicionalmente minimizando distúrbios.

Previsão - baseado no progresso real, no local - provou ser uma ferramenta de gestão essencial, e permitiu que a equipa de projecto previsse possíveis atrasos e analisasse as acções possíveis para manter o projecto em linha.

O Vico Control melhorou uma comunicação com os subempreiteiros, bem como, melhorou a gestão dos recursos no local. Ganhou a confiança da equipa do Grupo SRV durante todo o período da construção.

O fundamental é que o Grupo de SRV entregou este projecto, de grande escala, seis meses antes do previsto.

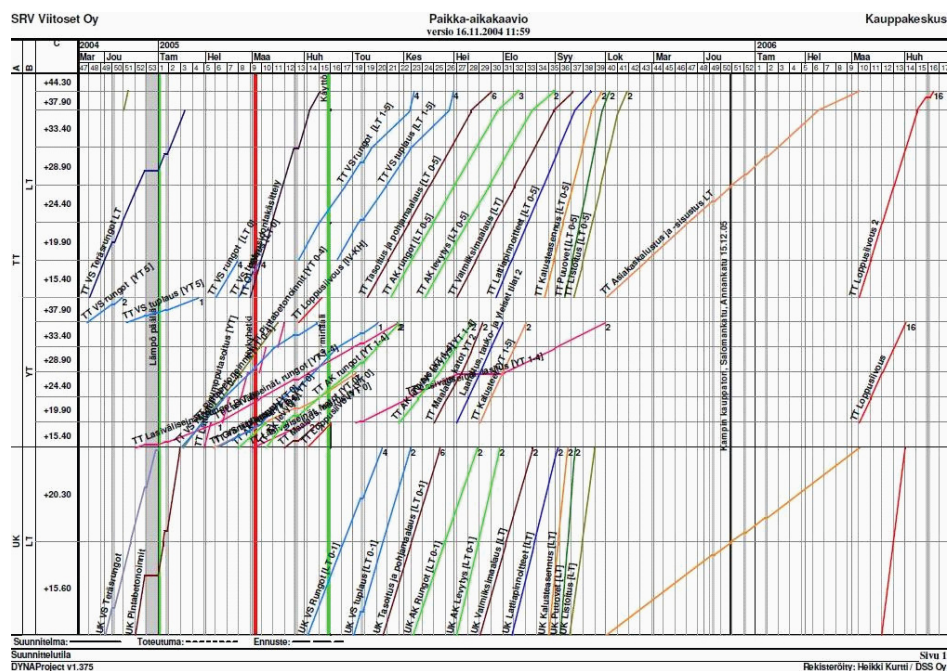


GRÁFICO 7 – BALIZAMENTO – VICO CONTROL BASEADO NAS TAREFAS POR ZONAS FACILITA O PLANEAMENTO DOS RECURSOS, DE FORMA A OPTIMIZAR A PRODUTIVIDADE

2.8.7. Resultados

Usando Vico Software de controlo, e com o apoio dos serviços Vico Software Construction, o Grupo SRV foi capaz de entregar um projecto de grande escala seis meses antes do previsto.

- Conclusão de um projecto em grande escala 6 meses antes do tempo;

- Risco minimizado;
- Comunicação Melhorada;
- Planeamento otimizado.

2.8.8. Olhando para o futuro

Vico Control obteve um parecer positivo de gestão, tanto do Grupo SRV, como dos subempreiteiros. O método linha de fluxo foi plenamente implementado, fornecendo planeamentos claros, precisos e viáveis.

Com um resultado positivo na utilização do Vico Control neste projecto, o Grupo SRV pretende agora implementar este processo em toda a sua organização.

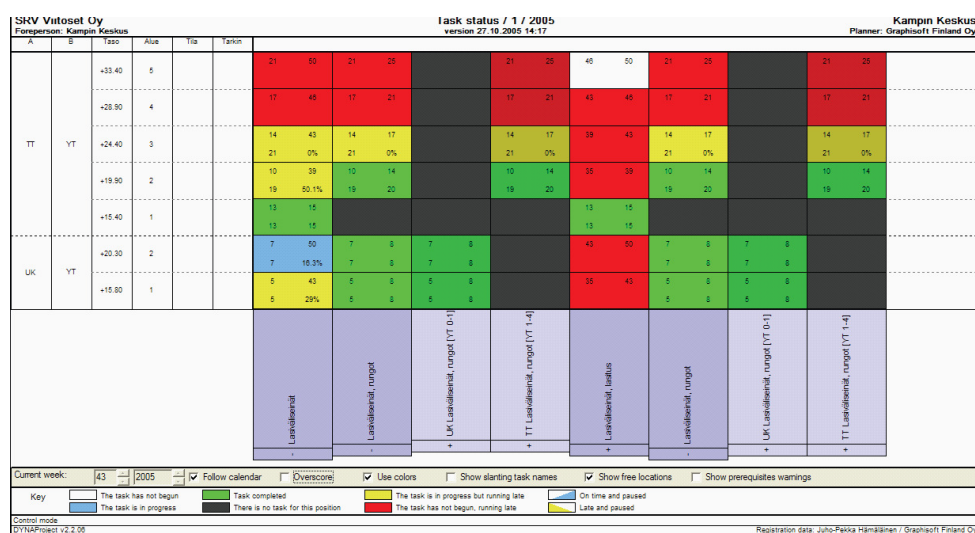


GRÁFICO 8 - GRÁFICO DE CONTROLO – UM INTUITIVO E COLORIDO GRÁFICO FORNECE INFORMAÇÃO CLARA SOBRE AS TAREFAS DO PROJECTO.



IMAGEM 8 – FOTOGRAFIA DO EDIFÍCIO

2.9. *Ritz Carlton Highlands Lodge, Resort and SPA - Q&D Construction & Swinerton Builders*



IMAGEM 9 - RITZ CARLTON HIGHLANDS LODGE, RESORT AND SPA

2.9.1. *Projecto*

(VICO SOFTWARE. **Case Study. Ritz Carlton Highlands Lodge, Resort and Spa.** Julho 2007)
Trata-se duma nova comunidade resort de luxo localizada no Lake Tahoe, na Califórnia.
O projecto final inclui um hotel de cinco estrelas e condomínios de luxo.

Ritz Carlton Highlands Lodge Resort e Spa está a ser construído num local de cerca de 20 hectares no Northstar-at-Tahoe Ski Resort na Califórnia do Norte.

O projecto é composto por duas estruturas principais ligadas por um túnel subterrâneo para pedestres. A estrutura principal abrigará cerca de 173 quartos do hotel cinco estrelas, uma estrutura de estacionamento com quatro pisos, um SPA de 19.000 metros quadrados e espaços comerciais. Dezassete condomínios de luxo vão ocupar o último andar do hotel. A futura fase do projecto irá incluir 58 condomínios de luxo com parque de estacionamento subterrâneo privado.

Área bruta final de construção – 37.800 m².

2.9.2. Empreiteiro geral

QDS é um consórcio entre as empresas Q&D Construction e Swinerton Builders. Ambas as empresas prestam serviços na área da gestão da construção no Ocidente dos Estados Unidos, em vários tipos e tamanhos de obra.

A equipa combina a grande experiência da Swinerton Builders, de São Francisco, com a experiência da construção de montanha do empreiteiro principal de Reno, Q&D Construção.

2.9.3. Desafios

Este projecto de grande escala envolve várias empresas de desenho e exige a elevada necessidade de coordenação, aumentando os desafios da comunicação. Os líderes do projecto devem interligar todas as partes para garantir um funcionamento eficiente e rentável, com resultados de alta qualidade. Além disso, o alcance deste projecto exige tecnologia de ponta e análise de exequibilidade para facilitar a coordenação, antes e durante a construção. Como acontece com qualquer projecto desta dimensão e complexidade, a gestão de orçamentos e custos é fundamental.

Devido às exigências deste projecto, o consórcio QDS estava determinado a encontrar uma forma eficaz de reduzir os erros, evitar atrasos, minimizar o desperdício e as despesas.



IMAGEM 10 – SECÇÃO DO MODELO DE CONSTRUÇÃO VIRTUAL 3D

2.9.4. Solução

A equipa Vico Software serviços de construção foi incluída na fase de desenvolvimento do projecto do Ritz Carlton Hotel Terras Altas, trabalhando em estreita colaboração com projectistas e subempreiteiros, a equipa criou um modelo 3D detalhado, que serviu como meio de comunicação durante a preparação da obra.

Para obter o máximo de proveito do processo de coordenação 3D, subempreiteiros MEP foram incluídos na equipa, sendo cada um obrigado a criar um modelo 3D específico de acordo com um protocolo de coordenação única, que permitiu uma integração harmoniosa com os modelos arquitectónico e estrutural.

Porque a equipa de desenho trabalhava normalmente num processo de 2D, Vico Constructor habilitou o consórcio QDS a executar um modelo arquitectónico e estrutural baseado em 95% nos documentos de construção e para gerar um relatório de exequibilidade baseado no modelo – um documento activo que pode ser

constantemente actualizado – que identificou a falta de informações espaciais, conflitos e discrepâncias nos desenhos de construção.

2.9.5. Método

Um representante Vico Software participava nas reuniões de coordenação do Grupo QDS, com os subempreiteiros de Instalações Mecânicas, Eléctricas, Hidráulicas e Protecção Contra Incêndios.

Em cada reunião, era designado um local do modelo 3D para que fossem analisadas as incongruências aí existentes. Incongruências definidas na reunião anterior eram resolvidas e novas incongruências eram definidas para resolução. A cada reunião, o número de novos confrontos caiu indicando que o processo tinha provocado profundas mudanças visíveis na eficiência da equipa de construção.

Durante o processo de modelação, o Arquitecto emitiu várias actualizações e adendas aos documentos da série. Com cada lançamento, Vico contraiu uma ordem de alteração para identificar as alterações, actualizando o modelo e verificando novamente a sincronização. Usando o Vico Constructor Suíte, a equipa gerava uma simulação 4D para representar a sequência de construção.

A simulação é utilizada para identificar ineficiências no planeamento, melhorar a comunicação e apoio à tomada de decisão, define visualmente a sequência de construção para subempreiteiros e equipas de campo.

2.9.6. Benefícios

Na primeira análise integrada da Arquitectura – Estruturas – MEP, o processo Vico 5D identificou no modelo mais de 200 confrontos espaciais legítimos. Os confrontos foram encontrados entre os subsistemas MEP e a Arquitectura - Estrutura e os sistemas MEP.

Ao usar o modelo 3D como o único modo de comunicação entre o Grupo QDS e os projectistas das diversas especialidades, estes identificavam, documentavam e resolviam cada problema como uma equipa.

Usando o Software integrado Vico 5D, o consórcio QDS teve um grande êxito na coordenação de projectistas e subempreiteiros, estabelecendo um processo de mudança de gestão eficaz e facilitando uma melhor comunicação na preparação e execução da obra.

2.9.7. Resultados

Os resultados obtidos neste projecto foram:

- Coordenação comercial melhorada;
- Identificadas centenas de barreiras espaciais;
- Realçada a comunicação de equipa;
- Gestão eficaz de alterações.

2.9.8. Olhando para o futuro

Durante a próxima fase do projecto, o consórcio QDS e Vico irão realizar uma análise de mudanças e gerar um relatório para documentar as diferenças entre os documentos de construção e o modelo criado com base em 95% destes documentos. Este relatório será usado para actualizar os modelos 3D e para reflectir mudanças específicas. Um Engenheiro de projecto do consórcio QDS assumirá a gestão do modelo 3D e vai utilizá-lo no estaleiro durante a construção. O Engenheiro, formado por especialistas Vico para trabalhar como gestor do modelo 3D, irá controlar o processo de coordenação com o modelo de construção virtual.

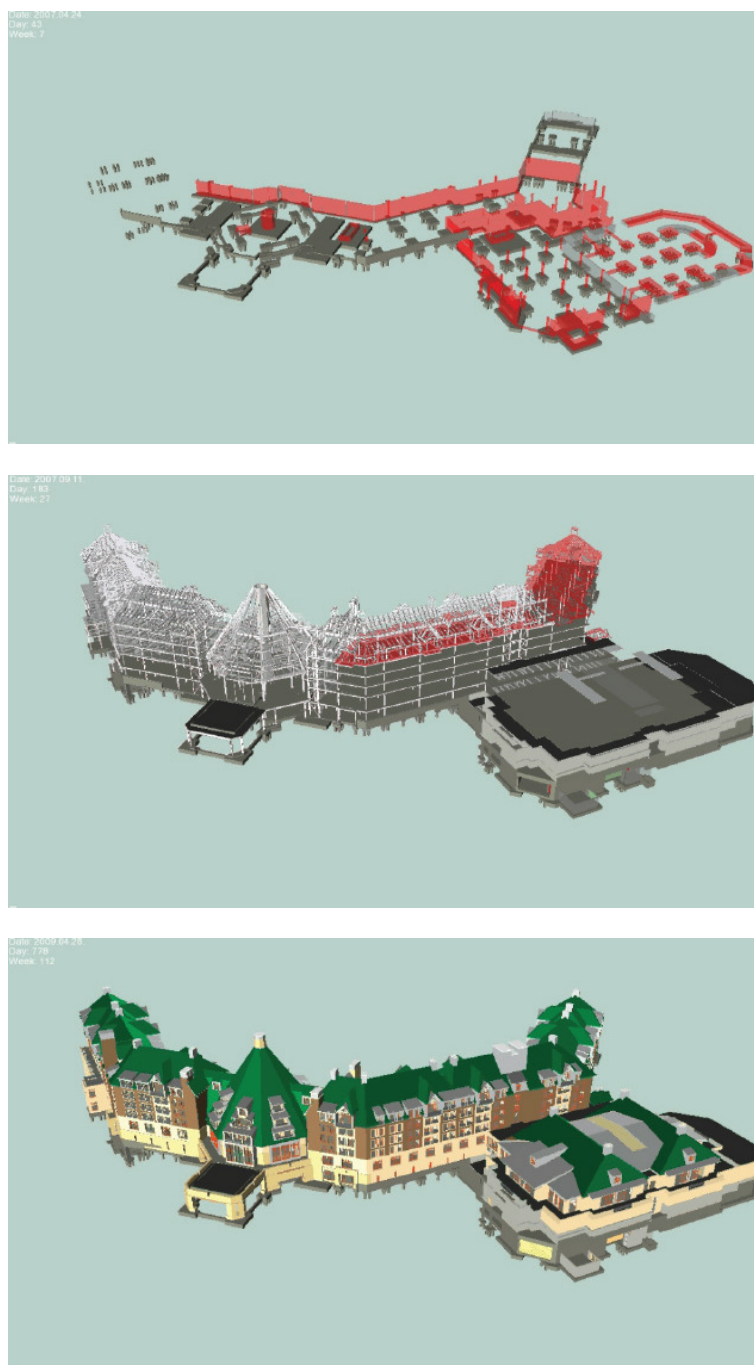


IMAGEM 11 – A SEQUÊNCIA ILUSTRA CLARAMENTE O DESENVOLVIMENTO DA CONSTRUÇÃO

2.10. ROI – “Return on Investment” – Retorno do investimento

(AUTODESK. **BIM’s Return On Investment**. White Paper, 2007) Uma das questões que normalmente se coloca numa empresa quando se pretende efectuar um investimento em novo software e como consequência uma mudança na forma de trabalhar dos seus funcionários é o Retorno do Investimento (Return on Investment - ROI), ou seja, em quanto tempo é que a estratégia de mudança de usos e de ferramentas trará lucros e vantagens?

Para que se possam obter respostas a esta questão, uma empresa de software efectuou a análise do ROI para uma solução BIM.

Com o crescimento do BIM, a indústria da construção está a começar a reconhecer que esta tecnologia pode mudar radicalmente o processo e a forma como um edifício é projectado e construído. Mas numa organização, antes de se tomar a decisão de adquirir esta tecnologia, os mais cépticos vão provavelmente insistir na realização duma análise ROI.

Mas há um lado positivo para uma análise do ROI. Embora esta simulação seja principalmente usada para justificar uma compra, calcular o ROI dum investimento em tecnologia, força as pessoas envolvidas a chegar a um acordo sobre os resultados esperados e as razões pelas quais o dinheiro está a ser gasto.

2.10.1. ROI 101

Análise do ROI é uma das diversas formas de avaliar o investimento proposto. Este compara os lucros esperados de um investimento em relação ao custo do investimento.

$$\text{Lucros/Custo}=\text{ROI}$$

ROI é utilizado para avaliar vários tipos de investimentos empresariais, passando de projectos R&D para a formação de programas para estabelecer a aquisição. Quanto mais complexo é o investimento, mais complicada se torna a fórmula. Basta pensar sobre o cálculo do custo total de uma actualização departamental do Microsoft[®] Office em comparação com o cálculo do custo total de implementação de ERP em todo o mundo. E, como o investimento se amplia, a criatividade necessária para calcular o ROI torna-se mais significativa, acabando por entrar no domínio da arte negra.

2.10.2. ROI para um investimento BIM

Felizmente, calcular o ROI de um software de desenho pode ser relativamente fácil. A única situação que é necessário considerar é a alteração de produtividade do utilizador durante a aprendizagem. O gráfico 9 ilustra o que acontece depois de um novo sistema ser implementado. Há um decréscimo imediato na produtividade dos utilizadores até chegar a velocidade de produção do novo sistema. Com o tempo, a produtividade sobe de volta para os patamares onde se encontrava o sistema antigo, e os níveis de produção aumentam ainda mais com a nova tecnologia assimilada e compreendida.

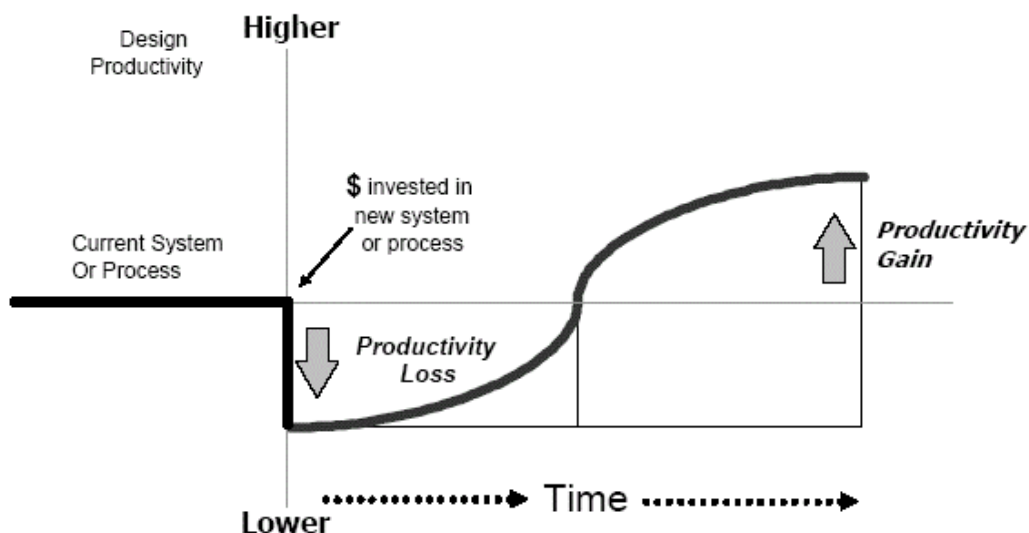


GRÁFICO 9 - PRODUTIVIDADE DE PROJECTO DURANTE A IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA BIM

A fórmula padrão para calcular o ROI do primeiro ano é mostrada em baixo. Ela usa apenas algumas variáveis chave relacionadas com o custo do sistema, formação e produtividade global das economias de custo de um sistema.

$$\frac{(B - (\frac{B}{1+E})) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = \text{ROI do 1º ano}$$

As variáveis da fórmula são:

A = custo do hardware e do software (€)
B = custo mensal de trabalho (€)
C = tempo de formação (meses)
D = perda de produtividade durante a formação (%)
E = ganho de produtividade após a formação (%)

TABELA 1 – VARIÁVEIS DA FÓRMULA ROI

O numerador representa os “lucros” parte da equação e estes lucros são provenientes de um aumento da produtividade humana. O aumento da produtividade média mensal está representado na faixa esquerda $((B - (B/(1 + E)))$. O parêntesis direito $(12 - C)$ é o número de meses de um ano (12) menos o mês em formação (C). Se o utilizador precisa de três meses para se tornar mais produtivo com o uso do novo sistema como no velho, então há nove meses no ano em que deixou de beneficiar dos ganhos de produtividade.

O denominador, que é o "custo" parte da equação, inclui o custo do sistema (A) e o custo da perda de produtividade, em termos de custo do trabalho, para o utilizador aprender a usar o novo sistema. Este segundo termo é o produto do custo mensal do trabalho (B) multiplicado pelos meses necessários à formação (C) multiplicado pela perda de produtividade devido à formação (D), portanto $B \times C \times D$. Note-se que o “tempo de formação” refere-se ao tempo que um utilizador precisa para alcançar o mesmo nível de produtividade que tinha com o sistema antigo - e não do período de um curso de formação.

2.10.3. Simulação de valores

Iremos agora considerar alguns valores reais para essa equação. Os números considerados são típicos, mas é claro que para cada caso teriam que ser substituídos por os valores individuais de cada estimativa em particular.

A = custo do hardware e do software (€)	5.000€
B = custo mensal de trabalho (€)	3.000€
C = tempo de formação (meses)	3 meses
D = perda de produtividade durante a formação (%)	50%
E = ganho de produtividade após a formação (%)	25%

TABELA 2 – VALORES PARA AS VARIÁVEIS DA FÓRMULA ROI

Usando estes números, para um ano, o ROI é calculado em pouco mais de 60%. Trata-se de um retorno satisfatório para um investimento em tecnologias da informação. Com certeza que se tornaria numa decisão fácil de tomar, face aos números apresentados.

2.10.4. *Variáveis críticas*

Se forem efectuadas várias simulações com os números das variáveis, vai-se perceber que o ganho de produtividade e perda são as variáveis mais sensíveis na equação. Pequenas alterações nesses números produzem as mudanças mais dramáticas na análise ROI. Intuitivamente, pode-se entender por que é que a produtividade é tão importante, trata-se do resultado de um investimento em tecnologias de informação a longo prazo.

O valor utilizado no ganho de produtividade na simulação anterior (25%) é resultado indicativo de inquéritos elaborados por uma empresa promotora de software BIM. Um cliente do Revit Architecture, Rhode Island-based Donald Powers Arquitectos (www.donaldpowersarchitects.com), avaliou recentemente os ganhos de produtividade que obtiveram, usando o Revit Architecture. Donald Powers apresentou: "Com cerca de 20 projectos concluídos no Revit, a empresa tem visto os ganhos de produtividade em 30% em projecto e documentação, e em 50% nos pedidos de esclarecimento durante a construção." Além disso, o seu período de formação (o tempo que levou a tornarem-se tão produtivos com o novo sistema como quando eram com o sistema antigo) foi de apenas 14 dias, contra os três meses considerados na fórmula utilizada na simulação de exemplo.

Na pesquisa da Autodesk, em estudos recentes, mais de metade dos entrevistados tiveram ganhos de produtividade em mais de 50% usando o Revit, solução de

modelação de informações de construção e 17% dos ganhos de produtividade com experiência de mais de 100%.

O factor menos importante do cálculo do ROI é o custo do sistema, um facto interessante a ter em conta para quem está envolvido na compra de tecnologia de informação. A duplicação do custo do sistema no conjunto original de números considerados na simulação efectuada só reduz a rentabilidade dos investimentos em 20% (de 60% para 40%).

CAPÍTULO 3

APLICAÇÃO DO BIM AO CENTRO DE SAÚDE DE MACEDO DE CAVALEIROS

3.1. *Projecto*

Pretende-se neste ponto executar o edifício virtual do empreendimento Centro de Saúde de Macedo de Cavaleiros, já construído e em uso desde Janeiro de 2007. Através deste analisar as incongruências de projecto existentes, devido às incompatibilidades de especialidades e obter listagens de quantidades de materiais automaticamente, posteriormente, estes dados obtidos da construção do edifício virtual serão comparados com as anomalias e erros/ omissões detectados durante a fase de construção do empreendimento.

Hoje em dia, quando o Director de Obra recebe o processo dum projecto para construção, ele é, normalmente, composto por peças desenhadas em 2D, peças escritas (caderno de encargos, memória descritiva e mapas de quantidades) e por vezes aparecem algumas imagens virtuais, que não passam de meras apresentações comerciais.

Tendo em conta aquilo que se recebe dos projectistas (desenhos 2D), o Director de Obra para conciliar especialidades, tarefa indispensável para o desenvolvimento da obra, sobrepõem os diversos desenhos das diversas especialidades (Arquitectura, Estrutura, AVAC, Electricidade, Detecção de Incêndio, Intrusão, Abastecimento de Águas, Águas Residuais, Águas Pluviais, etc.). No entanto, esta conciliação, devido às ferramentas normalmente utilizadas, só é possível em 2 dimensões (2D), ou seja num plano, o que torna a tarefa muito complicada, tendo que se recorrer à “imaginação” para que se possa idealizar o produto final.

Mas, na generalidade, o futuro do sector da Construção Civil e o trabalho do Director de Obra em particular poderão ser facilitados, graças a algumas ferramentas de modelação BIM existentes actualmente no mercado, antecipando os problemas correntemente detectados durante a construção, optimizando custos de produção e reduzindo os prazos de construção.

3.2. *Conceito de Construção Virtual*

O processo de construção virtual é a base do futuro das empresas de construção, é um conceito pensado para lhes fazer economizar tempo e dinheiro, criando rapidamente e utilizando simulações de tempo e custo de projecto. A Construção Virtual permite coordenar as alternativas de desenho e planeamento, servindo para sincronizar e analisar as mudanças entre o desenho, custo e cronograma. Modelação de construção torna-se assim numa nova função. O modelador de construção cria um modelo de construção virtual que é preciso para fins de construção, e que conduz a estimativa e agendamento de processos. A função dos modeladores da construção é bastante diferente da dos arquitetos. Os Arquitetos têm um leque mais alargado de responsabilidades, e devem ser capazes de converter as necessidades de um cliente, utilizáveis, energeticamente eficientes e esteticamente agradáveis. Isto é, para que se encaixe dentro dos limites definidos pelo orçamento do cliente e os códigos de construção locais. A crescente complexidade das estruturas dos edifícios, devido ao desenvolvimento de novos materiais, a adição de sistemas mecânicos e eléctricos, e outros aperfeiçoamentos tecnológicos, aumentou a complexidade da função dos arquitetos, a tal ponto que uma nova especialidade tinha que surgir.

A tarefa dos modeladores de construção é a de considerar cada utilização prevista para o modelo de planeamento quando da criação de cada elemento de construção. Planeamento e análise da possibilidade de construção exige uma visão precisa de como os elementos são construídos, incluindo o requisito de espaço dos equipamentos necessários para a sua montagem. Estimar requer o conhecimento das propriedades

de cada elemento de construção e quais as suas bases de cálculo. O encadeamento depende do encaixe das tarefas envolvidas na construção de cada elemento. A fabricação requer um conhecimento dos desenhos e/ou máquinas de envolvidas na produção de cada elemento.

Numa última análise, os modeladores de construção também deve ter um amplo conhecimento da tecnologia utilizada na Construção Virtual. O modelo 3D de construção virtual reduz os erros inerentes aos documentos do projeto. Vico Software Estimator através de ligação ao Constructor publica as informações do modelo em relação ao custo. Sequencialmente, é ligado automaticamente o modelo de construção com o planeamento do projeto. O resultado Modelo de Construção 5D facilita a sincronização do projeto, custo, tempo e informação através do desenho do projeto (VICO SOFTWARE. Virtual Construction User Guide - pág.8)

3.3. Criação do edifício virtual

Com base nas peças desenhadas de projecto em 2D, foi criado o edifício virtual.

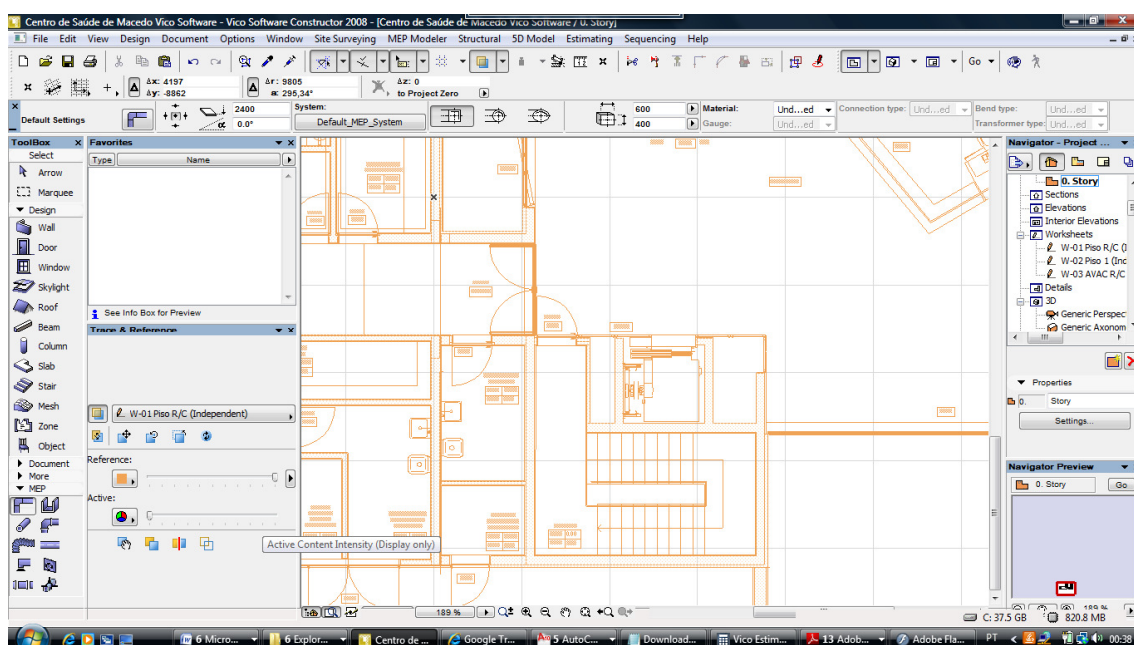


IMAGEM 12 - DESENHO 2D QUE SERVE DE BASE PARA EXECUÇÃO DE EDIFÍCIO VIRTUAL

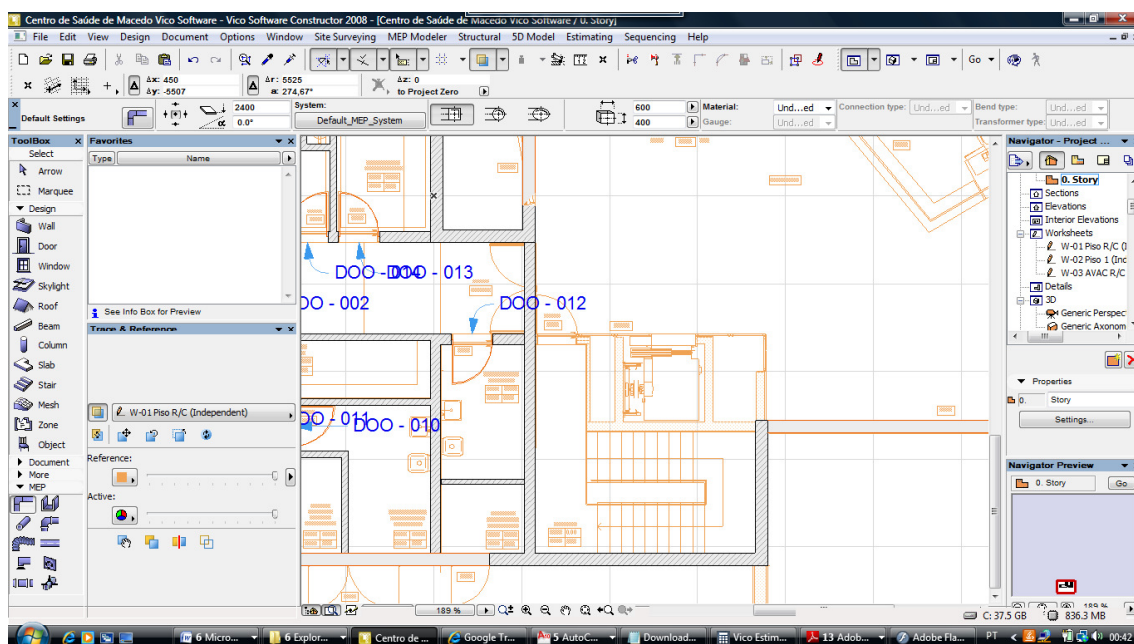


IMAGEM 13 - EXECUÇÃO DE PAREDES E PORTAS COM BASE NOS DESENHOS 2D

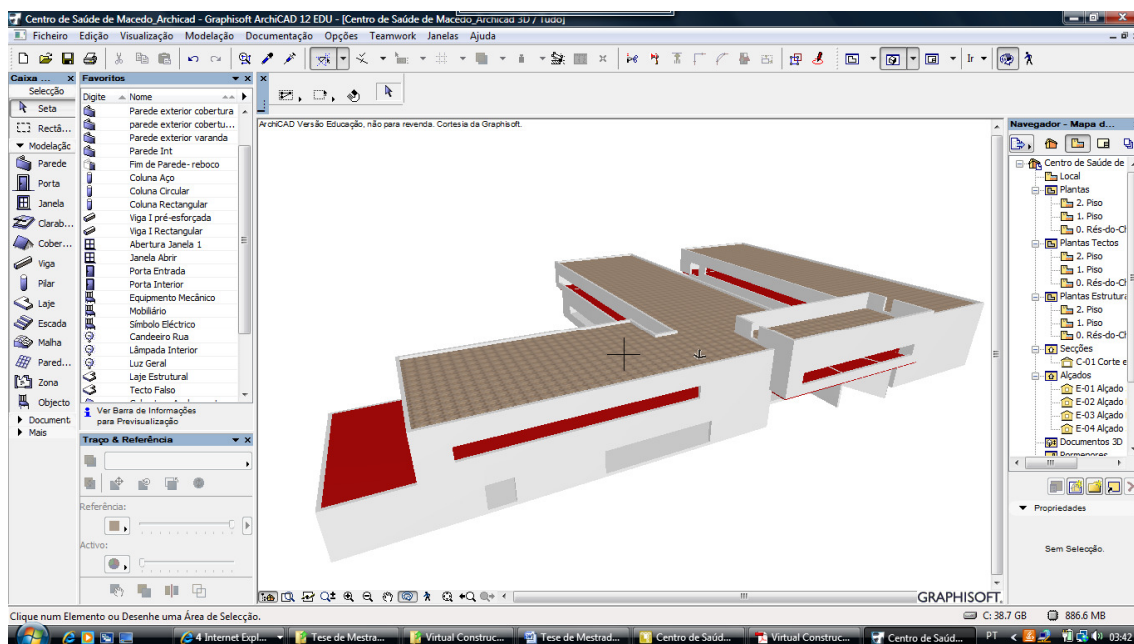


IMAGEM 14 – PERSPECTIVA EM FASE DE CONSTRUÇÃO DO EDIFÍCIO VIRTUAL

3.4. Dados adquiridos do edifício virtual

Com a elaboração do edifício virtual é possível detectarmos as incongruências de projecto existentes, e retirarmos as quantidades de materiais necessários à construção do edifício.

3.4.1. Incongruências

As incongruências detectadas no edifício virtual foram:

- Cruzamento de tubagens AVAC;

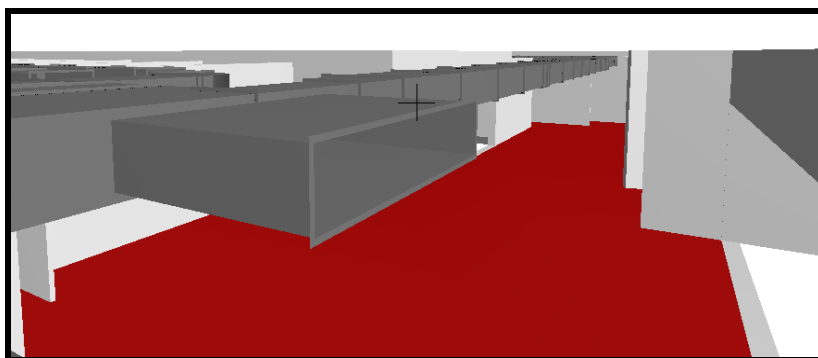


IMAGEM 15 - CRUZAMENTO DE TUBAGENS AVAC

- Tubagens AVAC à vista por falta de espaço em tectos falsos;



IMAGEM 16 – TUBAGENS À VISTA, POR FALTA DE ESPAÇO EM TECTOS-FALSOS

- Tubagens à vista em sanca do tecto falso no perímetro dos compartimentos;

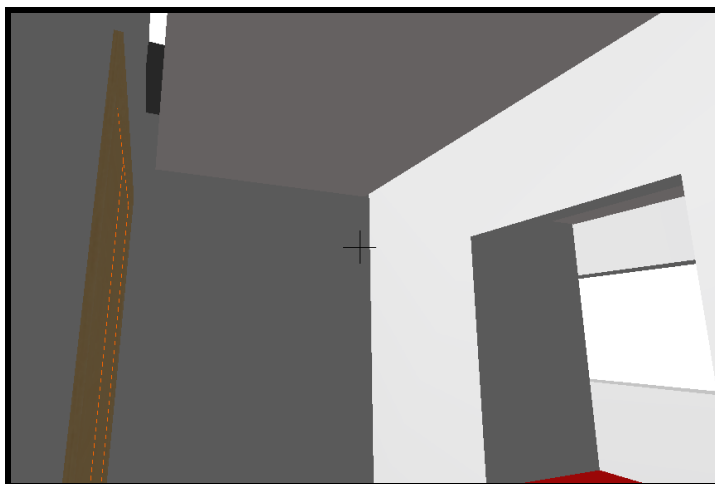


IMAGEM 17 - TUBAGENS À VISTA EM SANCA DO TECTO FALSO NO PERIMETRO DOS COMPARTIMENTOS

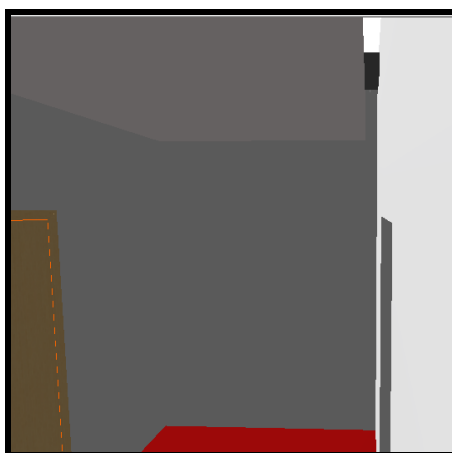


IMAGEM 18 – TUBAGENS À VISTA EM SANCA DO TECTO FALSO NO PERIMETRO DOS COMPARTIMENTOS 2

3.4.2. Tabelas de quantidades

Temos várias formas de obter quantidades de materiais do edifício virtual. Uma das formas é seleccionar um elemento do qual pretendamos saber as suas características.

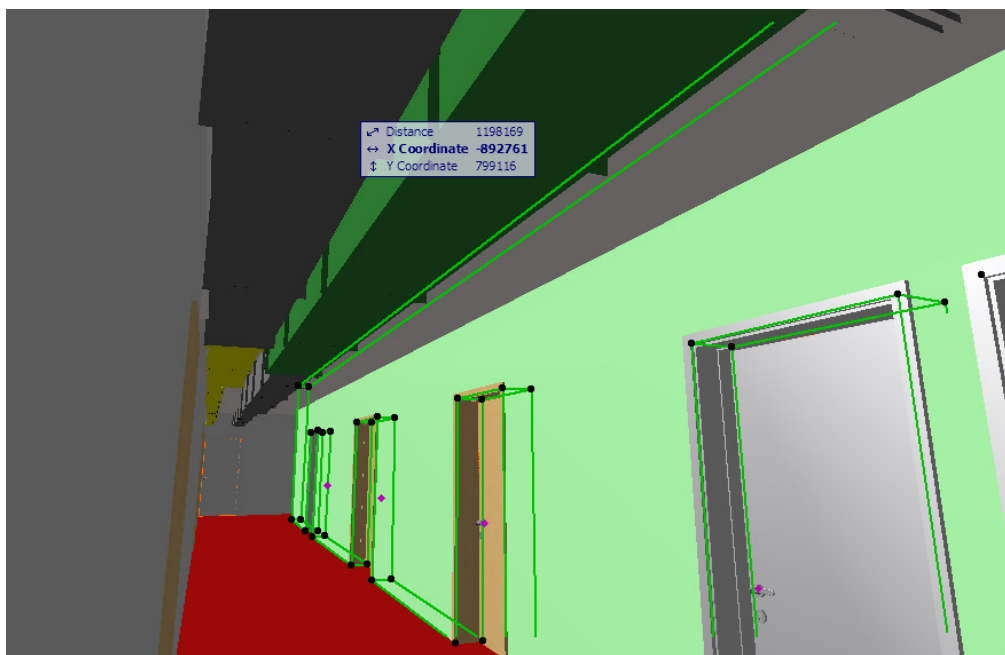


IMAGEM 19 - PERSPECTIVA DA PAREDE SELECIONADA

De seguida no menu do Programa “*Estimating – Show quantities for selected elements*”, obtemos uma janela com o descritivo de todas as características deste elemento.

Centro de Saúde de Macedo Vico Software - Vico Software Constructor 2008 - [Centro de Saúde de Ma...]

Quantities of selected element(s)

▼ Wall (1)

Names	Values	Unit	Descriptions
Av_Height	3,27	m	Average Height
Base_Elevation	0,00	m	Distance of bottom of element from story level to wh...
Bottom_Area	4,14	m2	Bottom area.
Center_Line_Length	17,23	m	Length of the element at its centerline.
Count	1		Number of elements.
Door_Count	5		Number of Door elements in the Wall element.
Door_Surface_Area	10,10	m2	Surface area of Door elements in the Wall element.
Empty_Opening_Co...	0		Number of empty opening elements in the element.
Empty_Opening_Su...	0,00	m2	Surface area of empty openings in the element.
End_Thickness	0,24	m	End thickness of element.
Foot_Print	4,14	m2	Footprint
Gross_Surface_Area	56,36	m2	Gross opening surface area (Door/Window opening s...
Gross_Volume	13,53	m3	Gross volume of element. Intersections with subtract...
Height	3,27	m	Height of the element.
Length	17,23	m	Length of the element.
Max_Height	3,27	m	Maximum height of the element.
Min_Height	3,27	m	Minimum height of the element.
Net_Surface_Area	44,49	m2	Net surface area of the element.
Net_Volume	11,10	m3	Net volume of the element. Value excludes element i...
Opp_Ref_Side_Gro...	56,36	m2	Gross surface area of the element on the opposite si...
Opp_Ref_Side_Length	17,23	m	Length of the element on the opposite side of the of ...
Opp_Ref_Side_Net...	10,10	m2	Net surface area of all holes in the element on the o...
Opp_Ref_Side_Net...	46,26	m2	Net surface area of the element on the opposite side...
Ref_Side_Length	17,23	m	Length of the element on the reference side of the e...
Ref_Side_Net_Hole...	10,10	m2	Net surface area of all holes in the element on the re...
Section_Perimeter	34,95	m	Perimeter of the element's cross section.
Slant_Angle	90,00°	deg	Angle that the element makes with the project's Z-axis.
Start_Thickness	0,24	m	Start thickness of element.
Sum_Door_Width	5,00	m	The sum of the widths of all Door elements in the Wa...
Sum_Edge_Net_Sur...	14,69	m2	The sum of the surface area of all the edge of the el...
Sum_Gross_Vertical...	112,72	m2	Sum of gross vertical surface areas on reference an...
Sum_Net_Vertical_S...	90,75	m2	Sum of net vertical surface areas on reference and o...
Sum_Window_Width	0,00	m	The sum of the widths of all Window elements in the ...
Thickness	0.24	m	Thickness of the element.

☐ Show Common Quantities Only

☒ Show Quantities By Element Type

Property list

Close

IMAGEM 20 – LISTAGEM DE QUANTIDADES DUMA PAREDE SELECCIONADA

Tendo em conta que são imensos dados fornecidos, temos que seleccionar aqueles que nos interessam, mediante a circunstância. Para que não haja dúvidas a que corresponde cada uma das informações dadas, o software, fornece uma listagem ao que corresponde cada descritivo.

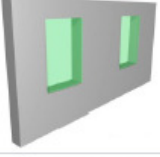
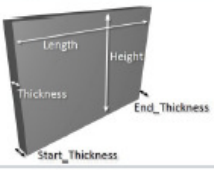
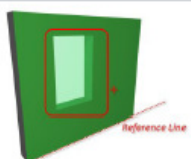
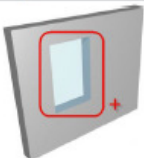
Type	Property Name	Description	Quantity	Image
	Empty_Opening_Surface_Area	Surface area of Empty Openings in the Wall element	sf / m2	
	End_Thickness	End thickness of Wall element	lf / m	
	Fill_Name	Name of the AC fill definition, assigned to the Wall element.	description	
	Gross_Surface_Area	Gross surface area of the Wall element on the side of the reference line	sf / m2	
	Gross_Volume	Volume of Wall element (volume of openings, doors and windows included)		

IMAGEM 21 – GUIA DAS QUANTIDADES DOS ELEMENTOS

Pela página em cima apresentada, verificamos que o guia das quantidades, especifica de forma clara a que corresponde cada uma das informações dadas.

Para o caso seleccionado, uma parede interior, o programa dava-nos a seguinte informação:

- Door Count – contagem das portas incluídas na parede;
- Door surface area – área total das portas incluídas na parede;
- Gross surface area – área da parede, incluindo as aberturas (portas e janelas);
- Gross volume – volume da parede, incluindo as aberturas (importante para paredes de betão);

- Net surface area – área da parede, excluindo as aberturas (portas e janelas);
- Net volume – volume da parede, excluindo as aberturas (importante para paredes de betão);
- Sum window width – largura total dos parapeitos das janelas (importante para saber o comprimento de parapeito de janela);
- Wall column count – Quantidade de pilares embutidos na parede;
- Sum door width - largura total das soleiras das portas (importante para saber o comprimento das soleiras das portas);
- Height – altura da parede;
- Length – comprimento da parede (para obter medidas de comprimento de rodapé);

Outra forma de podermos obter listagens completas do material ou equipamento existentes no edifício virtual, é através das listagens gerais e das quais apresentamos alguns exemplos.

								Last Layout
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Bend	1,00 m	0,00 m	0,30 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Bend	1,00 m	0,00 m	0,30 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Bend	1,00 m	0,00 m	0,51 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Bend	1,00 m	0,00 m	0,87 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	0,05 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	0,30 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	0,58 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	0,61 m²	0,00	
								page
General element list								10-12-21
Element	Story	Layer Name	User ID	Library part	...	Height	Surface	Volumes
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	1,08 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	1,28 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	
0. Story	Conduta Ar novo	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,18 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	2,48 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	2,48 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	2,48 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	3,77 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Straight	1,00 m	0,00 m	5,09 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,07 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	
0. Story	Conduta de ext...	FU - 005	HVAC Take-off	1,00 m	0,00 m	0,10 m²	0,00	

TABELA 3 - TABELA AUTOMATICA DE ELEMENTOS GERAIS

Nesta tabela gerada automaticamente, verificamos que as medidas são apresentadas por cada elemento, incluindo a layer a que pertencem, o piso em que estão (permitindo posteriormente o planeamento por zonas), a área e o tipo de elemento.

WALL	0. Story	...	SW - 180		0,11 m	3,27 m	6,20 m²	0,68 m³
	0. Story	...	SW - 181		0,31 m	3,27 m	17,31 m²	4,98 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 157		0,24 m	3,27 m	23,18 m²	5,56 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 170		0,28 m	3,57 m	18,72 m²	5,32 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 171		0,24 m	3,57 m	18,72 m²	4,49 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 172		0,07 m	2,00 m	45,38 m²	3,18 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 173		0,07 m	2,00 m	45,81 m²	3,21 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 174		0,15 m	3,27 m	11,49 m²	1,74 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 175		0,15 m	3,27 m	7,71 m²	1,18 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 176		0,15 m	3,27 m	7,71 m²	1,18 m³
	0. Story	Structural - Bea...	SW - 179		0,24 m	3,27 m	7,71 m²	1,88 m³
WALL	0. Story total						2.459,45 m²	524,82 m³
WALL	total for all stories						2.459,45 m²	524,82 m³
SLAB								
SLAB	0. Story	Laje térrea	SLA - 001		0,30 m	0,00 m	1.402,35 m²	420,70 m³
	0. Story total						1.402,35 m²	420,70 m³
General element list								
page 6								
10-12-2009								
Element	Story	Layer Name	User ID	Library part	...	Height	Surface	Volumes
SLAB	total for all stories						1.402,35 m²	420,70 m³
ROOF								
	0. Story	Shell - Roof	RT - 005		0,20 m	0,00 m	6,87 m²	1,36 m³
	0. Story	Shell - Roof	RT - 006		0,20 m	0,00 m	8,98 m²	1,78 m³
	0. Story	Shell - Roof	RT - 007		0,20 m	0,00 m	9,32 m²	1,85 m³
	0. Story	Shell - Roof	RT - 008		0,20 m	0,00 m	11,94 m²	2,37 m³
	0. Story	Tecto falso	RT - 001		0,01 m	0,00 m	44,33 m²	0,44 m³

TABELA 4 - TABELA GERAL DE ELEMENTOS GERADA AUTOMATICAMENTE PELO PROGRAMA

Nesta imagem da tabela geral, verificamos as quantidades totais das paredes e da laje térrea do edifício, em termos de área e de volume.

3.5. Dados adquiridos durante a fase de construção

Na fase de construção, devido a falta de conciliação de especialidades, a Direcção de Obra foi-se deparando com diversos desafios, para tentar resolver as incongruências que iam surgindo. Por vezes estas incongruências, devido ao facto de envolverem tarefas críticas do projecto, acabavam por atrasar o andamento dos trabalhos, pois após a sua detecção, estes erros eram comunicados aos projectistas, sempre pela via da fiscalização permanente em obra. É claro que as respostas e as soluções não surgem de um dia para o outro, pois o gestor de projecto, quando a anomalia assim

obrigava, teria que consultar os técnicos das restantes especialidades, por vezes marcar reuniões, no gabinete e quando necessário em obra.

Todo este processo, normalmente, se arrasta durante muito tempo e desgasta quem está envolvido no processo.

3.5.1. Incongruências de projecto

Das incongruências de projecto, detectadas em fase de obra, destacamos as seguintes:

- a) Atravancamentos de especialidades nos corredores – devido à falta de conciliação de especialidades, nomeadamente AVAC, verificaram-se muitas dificuldades na aplicação dos materiais desta especialidade. Nos tectos falsos dos corredores, zona onde passavam todas as condutas do sistema AVAC, detectaram-se imensas incongruências entre as tubagens da especialidade, no entanto, ainda havia a necessidade de ter em conta as tubagens das redes hidráulicas das instalações mecânicas, as redes de abastecimento de água, águas residuais, pluviais e instalações eléctricas. Para solucionar o problema e já depois de imensa correspondência trocada, em fases da construção bastante adiantada, houve a necessidade de reunir em obra os projectistas de todas as especialidades e o empreiteiro efectuou algum “layouts” de atravancamentos dos tectos. A solução final passou por baixar a cota do tecto falso (reduzindo-se ao pé-direito), tinha 0,62m de altura, ficou com 0,72m e as condutas de AVAC foram reduzidas à sua secção em 0,05m na altura.

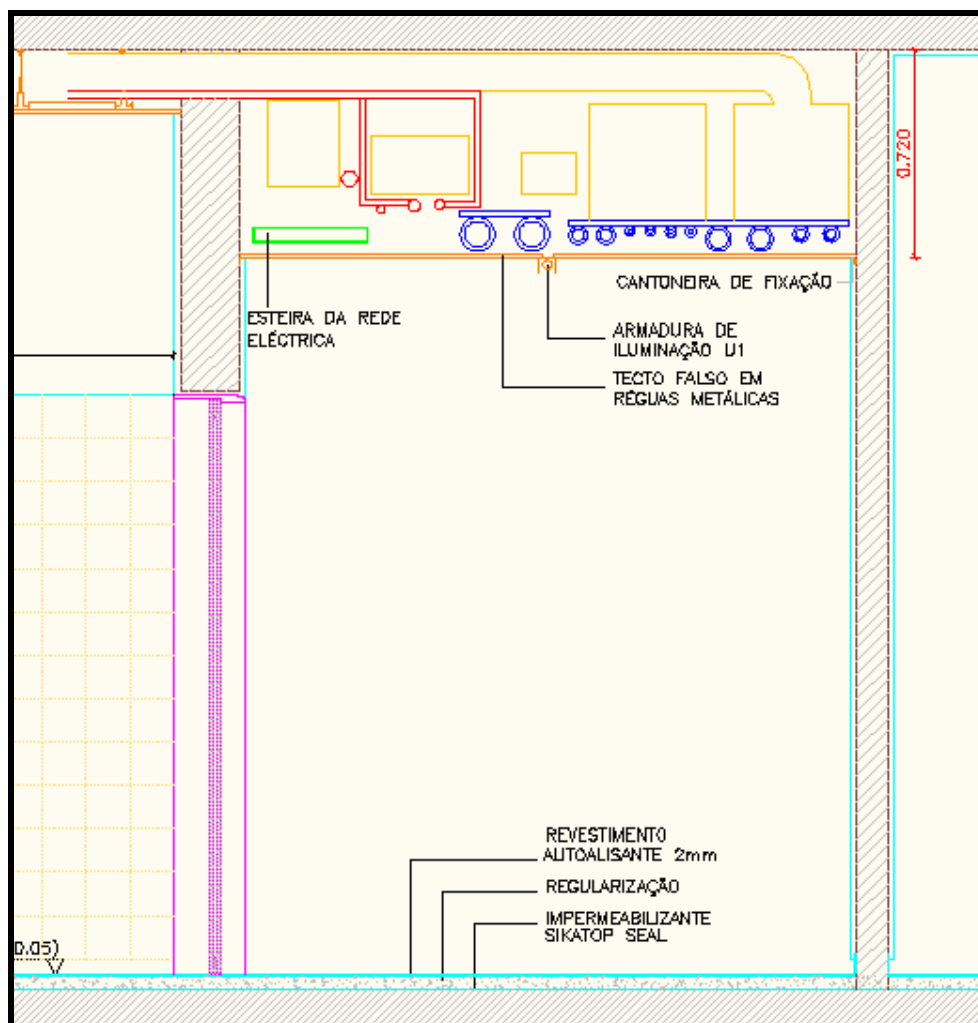


IMAGEM 22 – LAYOUT DAS CONDUTAS E TUBAGENS DAS ESPECIALIDADES A ALBERGAR NO TECTO-FALSO

- b) Sancas no perímetro dos compartimentos com condutas à vista por cima das portas – para este problema houve a necessidade de efectuar uma simulação em obra do estado final das condutas e do tecto-falso, fotografar e enviar para os projectistas, para facilitar o processo. Não sendo suficiente, aguardou-se visita dos projectistas para que fosse tomada uma decisão;



IMAGEM 23 – SIMULAÇÃO DE CONDUTA EM TECTO-FALSO



IMAGEM 24 - SIMULAÇÃO DE CONDUTA EM TECTO-FALSO 2

- c) Espaço insuficiente para a casa das máquinas – Com a enorme quantidade de equipamentos, condutas e tubagens a colocar na sala destinada a casa das máquinas, verificou-se que o espaço era bastante reduzido. Este imbróglio levou a que fossem efectuadas diversas trocas de correspondência, ocupou imenso tempo durante o andamento dos trabalhos e tivesse sido muito difícil a decisão de alteração do espaço contíguo para que o espaço inicial fosse

duplicado e se pudessem distribuir os equipamentos pelos dois compartimentos. Além de estarem previstos na central térmica os equipamentos de AVAC (Imagem 25), também o depósito de AQS – águas quentes sanitárias e restantes equipamentos estavam para aí projectados (Imagem 26);

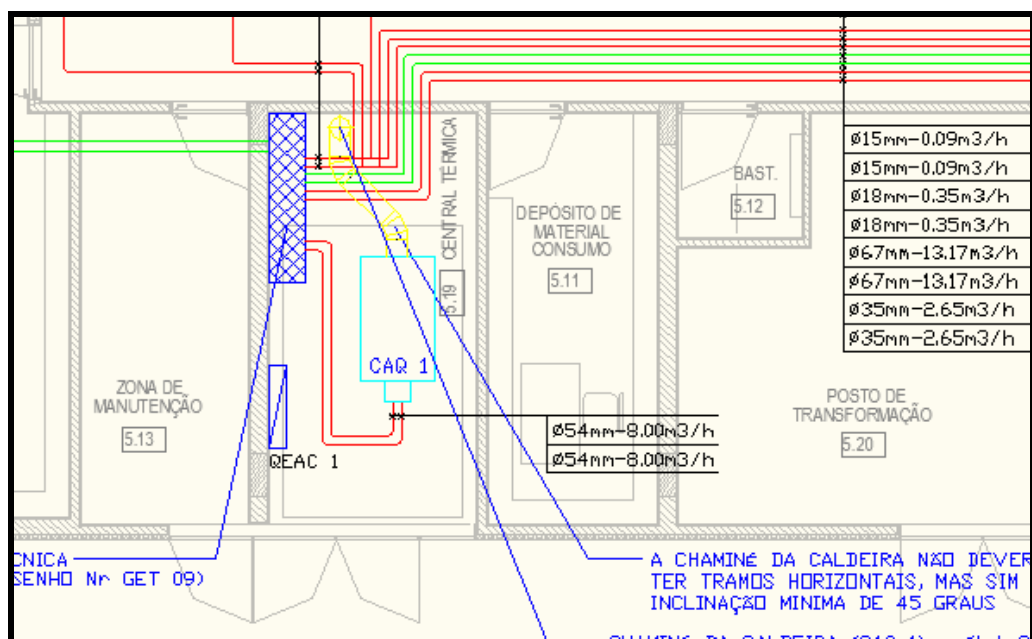


IMAGEM 25 – EQUIPAMENTOS AVAC PREVISTOS NA CENTRAL TÉRMICA

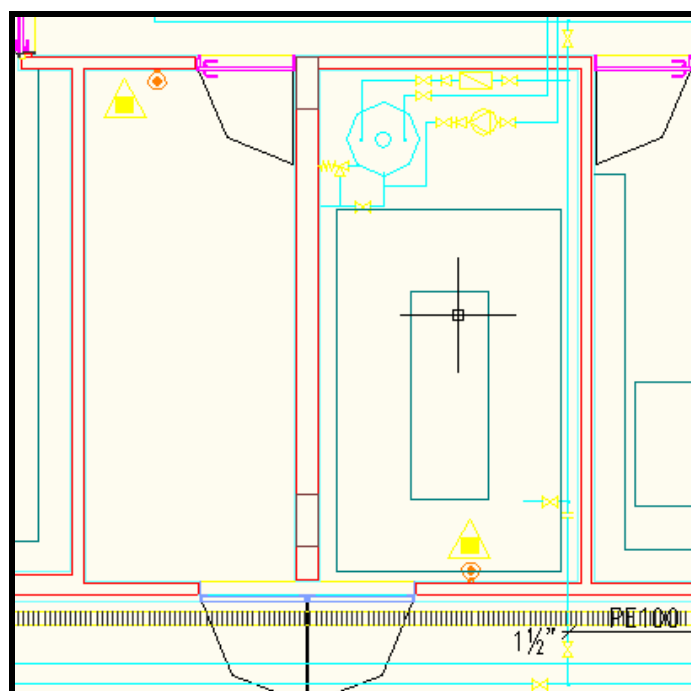


IMAGEM 26 – TERMOACUMULADOR DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREVISTO NA CENTRAL TÉRMICA

Para que pudessem instalar todos os equipamentos previstos na central térmica, propuseram-se várias alterações, das quais passavam sempre por alargar o espaço para as salas contíguas.

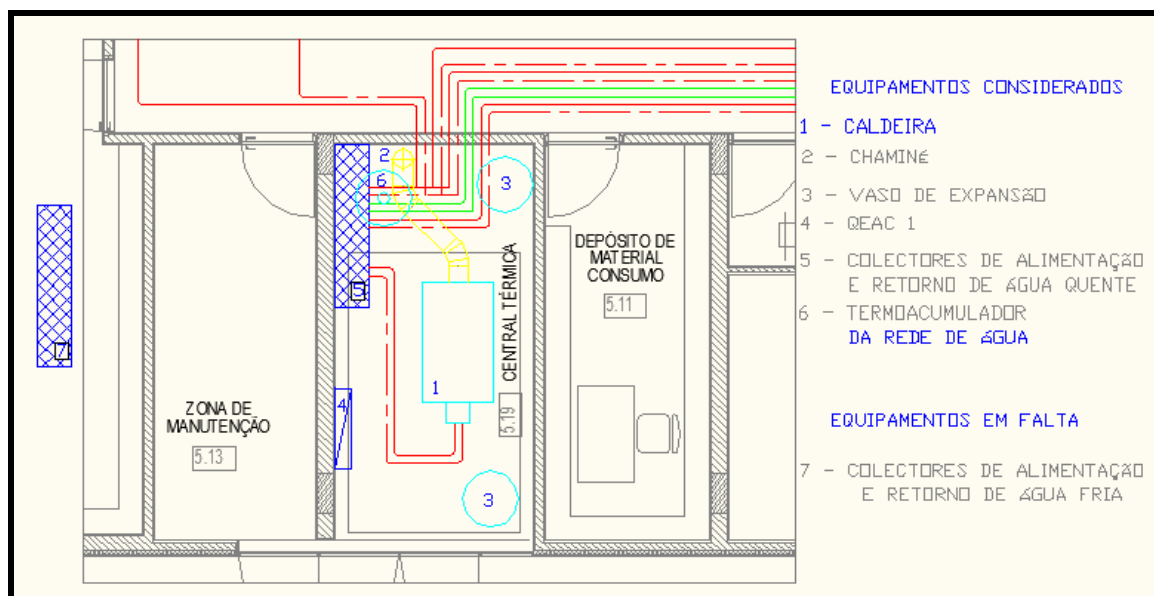


IMAGEM 27 – SIMULAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS PREVISTOS NA CENTRAL TÉRMICA

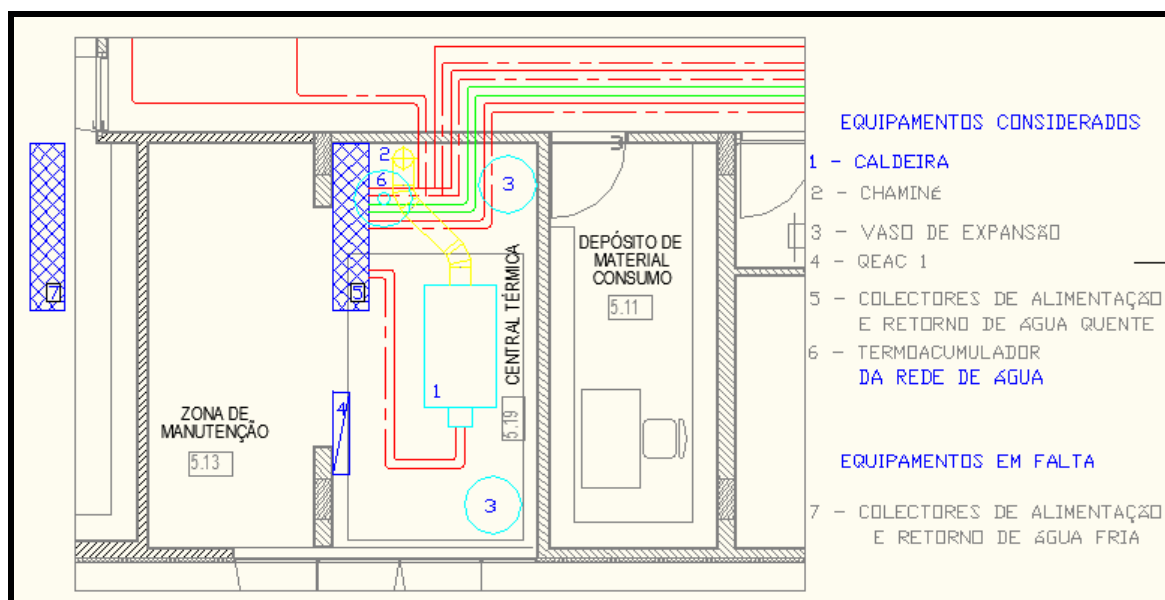


IMAGEM 28 – SOLUÇÃO PROPOSTA DE ALARGAMENTO DA CENTRAL TÉRMICA AO ESPAÇO CONTÍGUO

- d) Conciliação entre carretéis do sistema de combate a incêndios e os quadros eléctricos das instalações eléctricas – tendo em conta que os armários que albergavam os carretéis, também iriam albergar os quadros eléctricos, houve necessidade de estudar a sua implantação e conciliação;

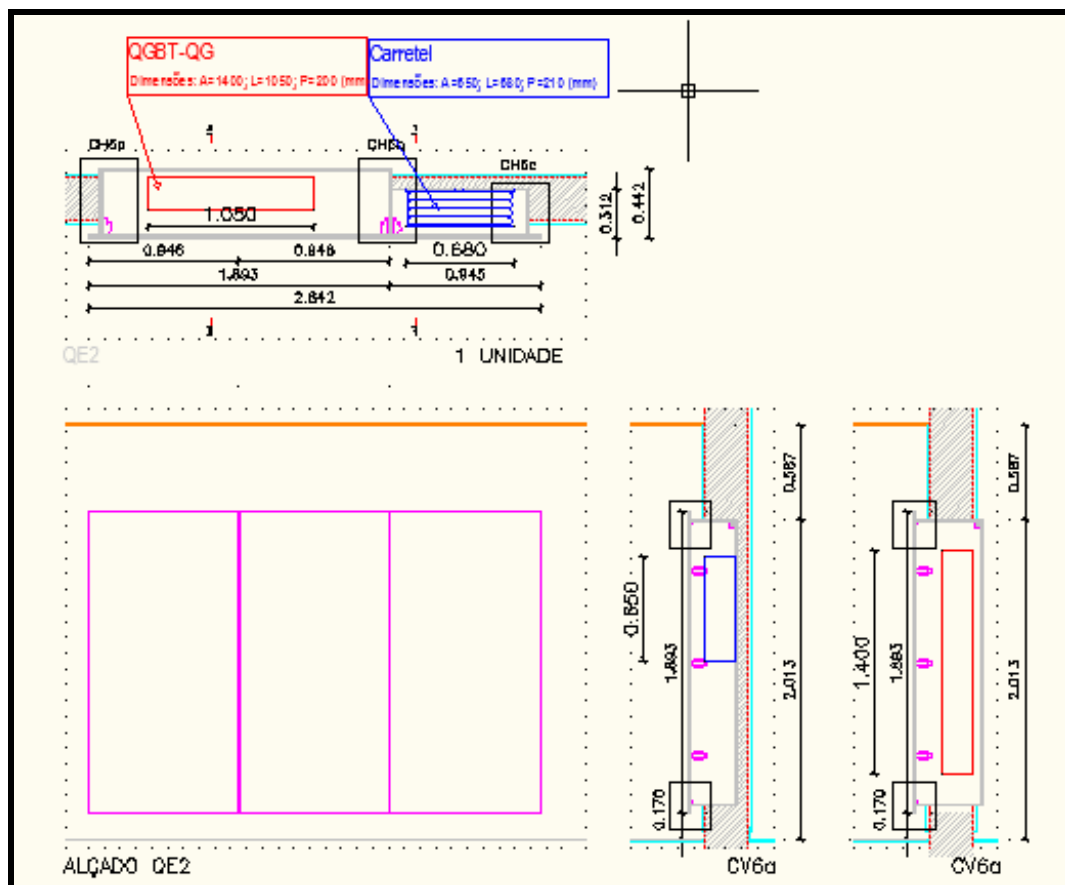


IMAGEM 29 – CONCILIAÇÃO DE QUADROS ELÉCTRICOS COM CARRETÉIS DO SISTEMA DE INCÊNDIO

- e) Conflitos de localização de equipamentos sanitários com equipamentos de AVAC – Verificaram-se imensos conflitos de localização entre os equipamentos das instalações sanitárias, toalheiros e porta-rolos com os radiadores do sistema de aquecimento;

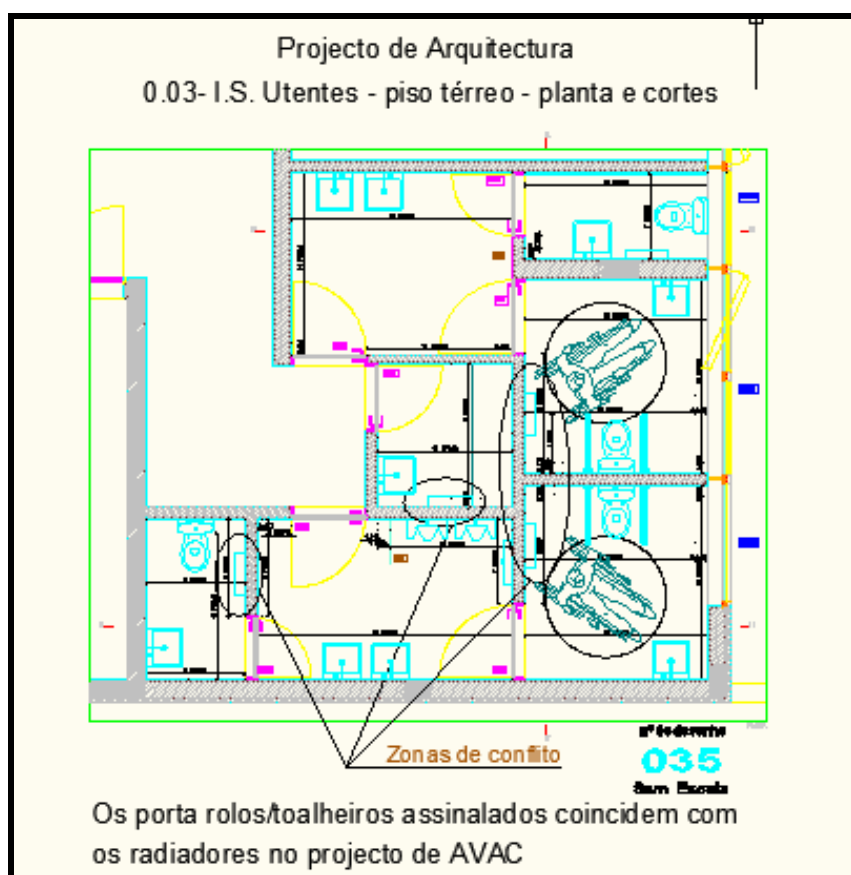


IMAGEM 30 – DESENHO DE DETECÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES DE EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS COM OS DE AVAC

- f) Concepção das janelas exteriores e alimentação eléctrica aos motores dos estores exteriores – a concepção das janelas exteriores em perfis metálicos de aço e com “pivot” ao centro do vão, dificultaram a alimentação eléctrica aos estores exteriores. Um processo bastante complicado de resolver e com diversas soluções ensaiadas em obra;



IMAGEM 31 – SIMULAÇÃO DUMA SOLUÇÃO DE CONCEPÇÃO DA ALIMENTAÇÃO ELÉCTRICA AOS ESTORES EXTERIORES

3.5.2. Tabelas de quantidades

Das tabelas de quantidades do programa de concurso, salientamos a listagem de paredes de alvenaria, tendo em conta que é uma das medições mais morosas de efectuar num projecto, analisaremos as quantidades previstas em projecto.

Das quantidades previstas em projecto, num total de 3.821,86 m², juntando paredes de alvenaria de 7, 11 e 20 cm, interiores e exteriores, como se mostra na tabela seguinte.

	A	B	C	D	E	F
4						
5	LISTAGEM DE TRABALHOS CONTRACTUAIS - CENTRO DE SAÚDE MACEDO CAVALEIROS					
6						
7	ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT	PR. UNIT	PR. TOTAL
8						
9		DESCRIÇÃO - TROLHA				
10		CAP. 2 - ALVENARIAS				
11						
12	2.1	Assentamento de	m³	86,02		0,00
13		alvenaria de tijolo furado 30X20X7 cm,				
14		em paredes interiores, formando parede				
15		simples de 7, assente com argamassa de				
16		cimento e areia ao traço 1:5 em volume,				
17		incluindo refechamento de juntas,				
18		construção de vergas em betão armado,				
19		tacos de madeira de pinho tratada em				
20		autoclave para fixação de carpintarias,				
21		montagem e desmontagem de andaimes, de				
22		acordo com o Caderno de Encargos e os				
23		desenhos do Projecto.				
24						
25	2.2	Assentamento de	m³	1652,3		0,00
26		alvenaria de tijolo furado 30X20X11 cm,				
27		em paredes interiores, formando parede				
28		simples de 11, assente com argamassa de				
29		cimento e areia ao traço 1:5 em volume,				
30		incluindo refechamento de juntas,				
31		construção de vergas em betão armado,				
32		tacos de madeira de pinho tratada em				
33		autoclave para fixação de carpintarias,				
34		montagem e desmontagem de andaimes, de				
35		acordo com o Caderno de Encargos e os				
36		desenhos do Projecto.				
37						
38	2.3	Assentamento de	m³	2083,54		0,00
39		alvenaria de tijolo furado 30X20X20 cm,				
40		em paredes exteriores e interiores,				
41		assente com argamassa de cimento e				
42		areia ao traço 1:5 em volume, incluindo				
43		refechamento de juntas, construção de				
44		vergas em betão armado, tacos de				
45		madeira de pinho tratada em autoclave				
46		para fixação de carpintarias, montagem				

TABELA 5 – QUANTIDADES DE ALVENARIAS DE TIJOLO PREVISTAS

As quantidades previstas em projecto para a laje de cobertura eram de 1.386,24 m², como se mostra na tabela seguinte.

2	Centro de Saude de Macedo de Cavaleiros-Final					
3						
4	mpoTA DE PREÇOS UNITÁRIOS					
5						
6						
7	ITEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTID.	PR.UNITÁRIO	TOTAL
175						
176		ISOLAMENTOS				
177						
178	3.2.1	Fornecimento e execução de isolamento	m²	1.386,24		
179		térmico em coberturas e pátios com				
180		placas de poliestireno extrudido de 6cm				
181		de espessura, incluindo todos os cortes				
182		e remates necessários, feltro geotêxtil				
183		de protecção de 185gr/m2, de acordo com				
184		o Caderno de Encargos e os desenhos do				
185		Projecto.				
186						

TABELA 6 – QANTIDADES DE LAJES PREVISTAS EM PROJECTO

3.6. Comparação de dados obtidos do edifício virtual e da fase de construção

Com o conhecimento das incompatibilidades existentes em fase de construção, iremos analisar se estas poderiam ter sido detectadas antes da construção, comparando os dados obtidos do edifício virtual. Também iremos comparar as listagens de trabalhos da fase de obra e as listagens obtidas do edifício virtual.

3.6.1. Incongruências de projecto

Das incongruências detectadas em fase de construção, algumas delas poderiam ter sido detectadas antecipadamente, caso se tivesse construído um edifício virtual, das quais destacamos as seguintes:

- Atravancamento das especialidades – com a execução do edifício virtual, incluindo a arquitectura, estrutura e restantes infraestruturas, poderia ter sido possível detectar as incompatibilidades entre os diversos elementos que as

compõem e detectar a incapacidade do espaço dos tectos falsos para a sua instalação;

- Sanca no perímetro dos tectos falsos dos compartimentos – teria sido possível visualizar que as sancas no perímetro dos compartimentos não tapariam as condutas de AVAC que faziam as suas picagens dos corredores para os compartimentos;



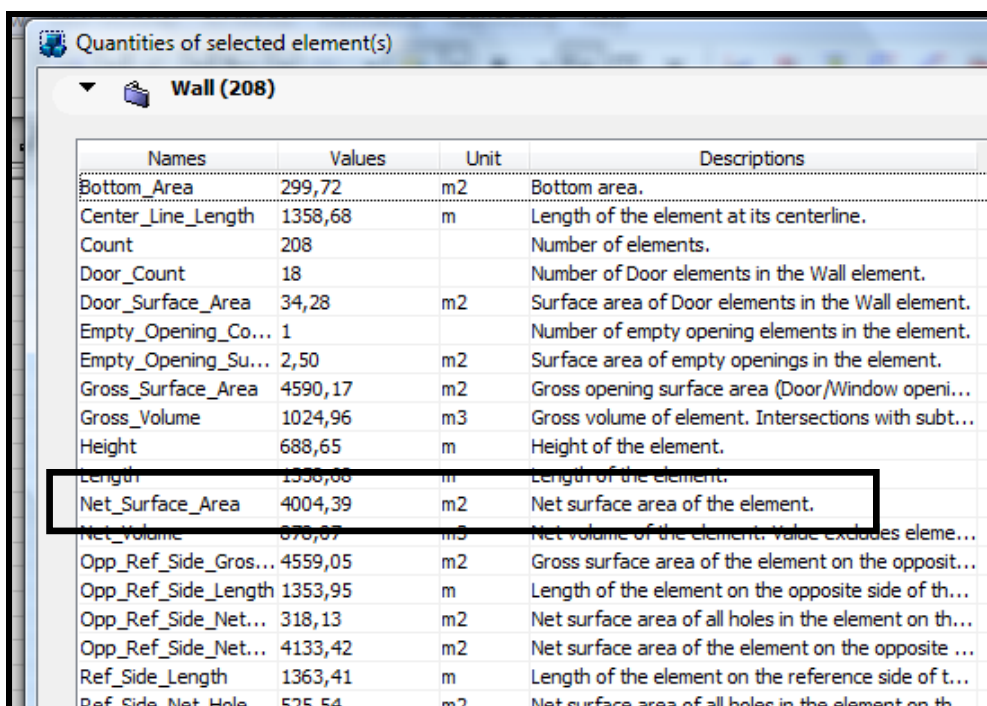
IMAGEM 32 – COMPARAÇÃO ENTRE A EDIFÍCIO VIRTUAL E EDIFÍCIO REAL

- Espaço insuficiente na central térmica – com a execução do esquema de princípio em 3D dos utensílios preconizados para a central térmica, seria possível detectar as incompatibilidades existentes. Além disso este espaço foi usado por diversas especialidades, não existindo conhecimento dos utensílios que cada uma pretendia aí instalar;
- Conciliação entre carretéis do sistema de combate a incêndios e os quadros eléctricos das instalações eléctricas – Trata-se de uma incompatibilidade existente entre especialidades, que teve que ser executada em fase de construção, que com o uso do edifício virtual poderia ser evitada;
- Conflito de localização de equipamentos sanitários com equipamentos de AVAC - Trata-se doutra incompatibilidade existente entre especialidades, que teve que ser executada em fase de construção, que com o uso do edifício virtual poderia ser evitada;

- Concepção das janelas exteriores e alimentação eléctrica aos motores dos estores exteriores – esta era uma das situações de execução que o edifício virtual poderia ter mais dificuldades em evidenciar, devido ao seu teor minucioso e dificuldade de execução elevada.

3.6.2. Tabelas de quantidades

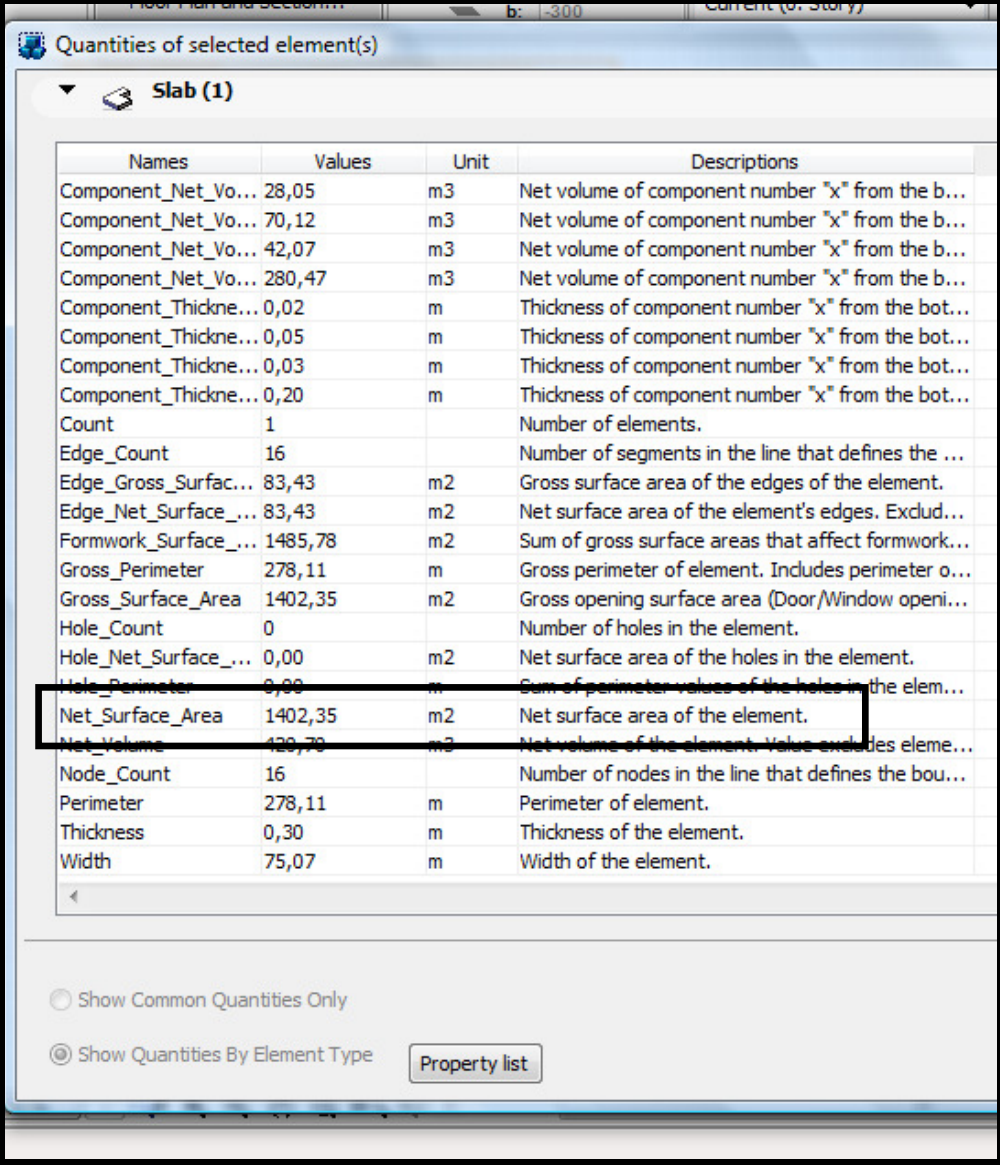
Das quantidades analisadas anteriormente, verificamos que as quantidades de alvenarias previstas em projecto, com um total de 3.821,86 m², se aproximam das quantidades obtidas do edifício virtual, com um total de 4.004,39 m², além disso as quantidades obtidas do edifício virtual permitiam que apresentásse-mos as diferenças entre esta quantidade e a prevista, servindo para reclamar os erros de medição do projecto.



Names	Values	Unit	Descriptions
Bottom_Area	299,72	m2	Bottom area.
Center_Line_Length	1358,68	m	Length of the element at its centerline.
Count	208		Number of elements.
Door_Count	18		Number of Door elements in the Wall element.
Door_Surface_Area	34,28	m2	Surface area of Door elements in the Wall element.
Empty_Opening_Co...	1		Number of empty opening elements in the element.
Empty_Opening_Su...	2,50	m2	Surface area of empty openings in the element.
Gross_Surface_Area	4590,17	m2	Gross opening surface area (Door/Window openi...
Gross_Volume	1024,96	m3	Gross volume of element. Intersections with subt...
Height	688,65	m	Height of the element.
Length	1358,68	m	Length of the element.
Net_Surface_Area	4004,39	m2	Net surface area of the element.
Net_Volume	676,67	m3	Net volume of the element. Value excludes eleme...
Opp_Ref_Side_Gros...	4559,05	m2	Gross surface area of the element on the opposit...
Opp_Ref_Side_Length	1353,95	m	Length of the element on the opposite side of th...
Opp_Ref_Side_Net...	318,13	m2	Net surface area of all holes in the element on th...
Opp_Ref_Side_Net...	4133,42	m2	Net surface area of the element on the opposite ...
Ref_Side_Length	1363,41	m	Length of the element on the reference side of t...
Ref_Side_Net_Hole	525,54	m2	Net surface area of all holes in the element on th...

TABELA 7 - ÁREA DE PAREDES DE ALVENARIA OBTIDAS DO EDIFÍCIO VIRTUAL

A área de laje prevista em projecto era de 1.386,24 m², no entanto, as quantidades obtidas do edifício virtual foram de 1.402,35 m², uma diferença de 16,11 m².



Quantities of selected element(s)

▼ Slab (1)

Names	Values	Unit	Descriptions
Component_Net_Vo...	28,05	m3	Net volume of component number "x" from the b...
Component_Net_Vo...	70,12	m3	Net volume of component number "x" from the b...
Component_Net_Vo...	42,07	m3	Net volume of component number "x" from the b...
Component_Net_Vo...	280,47	m3	Net volume of component number "x" from the b...
Component_Thickne...	0,02	m	Thickness of component number "x" from the bot...
Component_Thickne...	0,05	m	Thickness of component number "x" from the bot...
Component_Thickne...	0,03	m	Thickness of component number "x" from the bot...
Component_Thickne...	0,20	m	Thickness of component number "x" from the bot...
Count	1		Number of elements.
Edge_Count	16		Number of segments in the line that defines the ...
Edge_Gross_Surfac...	83,43	m2	Gross surface area of the edges of the element.
Edge_Net_Surface_...	83,43	m2	Net surface area of the element's edges. Exclud...
Formwork_Surface_...	1485,78	m2	Sum of gross surface areas that affect formwork...
Gross_Perimeter	278,11	m	Gross perimeter of element. Includes perimeter o...
Gross_Surface_Area	1402,35	m2	Gross opening surface area (Door/Window openi...
Hole_Count	0		Number of holes in the element.
Hole_Net_Surface_...	0,00	m2	Net surface area of the holes in the element.
Hole_Perimeter	0,00	m	Sum of perimeter values of the holes in the elem...
Net_Surface_Area	1402,35	m2	Net surface area of the element.
Net_Volume	430,70	m3	Net volume of the element. Value excludes eleme...
Node_Count	16		Number of nodes in the line that defines the bou...
Perimeter	278,11	m	Perimeter of element.
Thickness	0,30	m	Thickness of the element.
Width	75,07	m	Width of the element.

☐ Show Common Quantities Only
☒ Show Quantities By Element Type

Property list

TABELA 8 - ÁREA DE LAJES OBTIDAS DO EDIFÍCIO VIRTUAL

CAPÍTULO 4

ENTREVISTAS AOS UTILIZADORES FINAIS DO EDIFÍCIO

4.1. Procedimento

Com o intuito de se poder analisar a funcionalidade do edifício e as opções tomadas em fase de projecto que poderiam ter sido alteradas graças à experiência que os futuros utilizadores têm, devido às vivências anteriores em edifícios do género, efectuaram-se entrevistas aos seus utilizadores, nomeadamente a Médicos, Enfermeiros, Administrativos e Assistentes de Limpeza.

4.2. Entrevista

A entrevista consistiu na apresentação do edifício virtual do Centro de Saúde de Macedo de Cavaleiros aos seus habituais utilizadores, nomeadamente a Médicos, Enfermeiros, Administrativos e Assistentes de Limpeza, para posteriormente se questionar, em termos de percentagem (entre 0% e 100%), qual o grau de aproximação da realidade que sentiam ao visualizar o edifício virtual. Entrevistou-se um elemento feminino e outro masculino de cada um dos grupos profissionais referidos anteriormente, obtendo-se as seguintes respostas:

Grupo Profissional	Função	Sexo	Idade	Grau de satisfação Realidade Vs Virtual
Saúde	Médico	Masculino	54	60%
	Médico	Feminino	48	70%
	Enfermeiro	Masculino	37	75%
	Enfermeiro	Feminino	33	80%
Administrativo	Administrativo	Masculino	30	75%
	Administrativo	Feminino	46	50%
Auxiliar	Assistente de limpeza	Feminino	38	40%
	Assistente de limpeza	Feminino	48	40%

TABELA 9 – RESULTADOS DAS ENTREVISTAS SOBRE O GRAU DE SATISFAÇÃO REALIDADE VS VIRTUAL

4.2.1. Análise de resultados da entrevista

Em análise aos resultados obtidos do grau de satisfação entre o edifício real e o virtual, verificamos que as faixas etárias mais baixas, são mais entusiastas e mais receptivas às novas tecnologias, pois consideravam a metodologia bastante interessante e com uma aproximação à realidade bastante boa. Além disso mostraram-se bastante interessados com as suas potencialidades, efectuando sempre bastantes questões, tais como: “Como é que isso funciona?”; “ O que é que faz”; Verifica-se também que é mais fácil para os utilizadores que têm formação académica o seu enquadramento no edifício virtual, ao contrário dos que têm pouca formação.

4.2.2. Anomalias, erros e dificuldades detectados no uso do edifício

Foram também questionados os utilizadores do edifício sobre as dificuldades que sentiram no uso do edifício, causadas por eventuais anomalias ou erros de concepção.

As anomalias e erros detectados foram:

- Dificuldade em obscurecer as salas, devido à falta de eficácia dos estores;

- Estores automáticos de concepção deficiente;
- Portas exteriores e interiores de ferro bastante pesadas;
- Falta rampa de acesso ao piso superior para pessoas com mobilidade condicionada;
- Portas em alumínio das salas de serviço de fabrico deficiente;
- Unidades de Saúde Familiar instaladas no Piso 1;

4.3. Possíveis vantagens do uso do edifício virtual

Analisando as respostas obtidas nos questionários efectuados, podemos verificar que algumas das anomalias e erros detectados pelos utilizadores poderiam ter sido descobertos em fase de projecto ou preparação de obra, caso se tivesse executado o edifício virtual e se mostrasse a alguns profissionais de saúde.

As anomalias ou erros que poderiam ter sido detectados, são:

- As anomalias dos estores;
- A implantação das Unidades de Saúde Familiar;

CAPÍTULO 5

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIM

5.1. *Vantagens*

A metodologia BIM, além da vantagem de num único ficheiro poder reunir todos os dados gráficos e não gráficos dum empreendimento, podendo ser utilizados em todo o período de vida útil do edifício, desde o projecto, passando pela construção, pela manutenção e reabilitação, até à demolição ou mudança de uso.

No entanto, as vantagens que poderão ser retiradas do uso desta metodologia na Direcção Técnica de Obras são:

- Melhor compreensão do projecto durante as fases ou etapas;
- Melhor colaboração entre subempreiteiros;
- Melhor visualização;
- Conciliação espacial 3D das especialidades;
- Detecção de incongruências de projecto;
- Antecipação dos problemas;
- Aumento de produtividade;
- Prevenção das repetições de trabalhos;
- Obtenção de quantidades de materiais e de recursos necessários;
- Possibilidade de serem efectuadas várias simulações e análises económicas;

- Interligação do edifício virtual com o planeamento da obra (4D);
- Interligação do edifício virtual e planeamento com o cronograma financeiro (5D);
- Software existente no mercado trabalha com base nas plataformas de alguns softwares bastante utilizados no seio dos técnicos AEC – Arquitectura, Engenharia e Construção, tornando-se muito mais fácil a sua aprendizagem, já que apenas terão que acrescentar mais conhecimento ao que já têm, não havendo a necessidade de trabalhar com ferramentas totalmente desconhecidas. Como exemplos, temos o “Vico Software” da “Graphisoft” que trabalha na mesma plataforma do “Archicad” e o “Revit” da “Autodesk” que trabalha na mesma plataforma do “AutoCAD”.

5.2. Desvantagens

As desvantagens existentes na adopção desta metodologia passam basicamente por:

- Necessidade de aquisição de software;
- Mudança de mentalidades;
- Necessidade de formação dos futuros utilizadores;
- Domínio das ferramentas de planeamento (4D) e custo (5D);
- Conceito pouco desenvolvido em Portugal.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Conclusão

Numa sociedade em constante evolução e em particular num sector da actividade económica que não teve grandes evoluções nos seus processos de actuação nos últimos 30 anos, é preponderante que sejam adoptadas novas metodologias, com base nas tecnologias da informação.

(LINO, M., 2009) O Sector da Construção Civil e Obras Públicas tem assumido um papel preponderante na economia portuguesa dos últimos vinte anos, o que se pode constatar pela influência apreciável que tem vindo a acumular no PIB e na criação de emprego, bem como pelo número de empresas que operam neste mercado.

Na realidade, os dados do Sector referentes a 2008 permitem constatar a existência de quase 57 mil empresas registadas no Instituto Nacional da Construção e do Imobiliário (InCI) e de cerca de 554 mil empregados recenseados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), bem como um VAB de cerca de 5,5% do Produto Interno Bruto.

O desenvolvimento que o País teve neste período tem estado fortemente ligado à actividade da Construção, pois desta dependem as infra-estruturas e empreendimentos fundamentais ao progresso de qualquer espaço económico, especialmente se o mesmo se encontrar particularmente carente de equipamentos sociais, como estava Portugal em meados da década de 80.

Hoje, este Sector continua, inquestionavelmente, a desempenhar um papel decisivo na modernização e no aumento da competitividade do País, no aprofundamento da sua coesão territorial e social e na promoção da igualdade de oportunidades. Além disso, e face à inédita e muito difícil crise económica e financeira global, este Sector revela-se

também como um importante instrumento de combate para vencer esta crise, na medida em que a realização de obras estruturantes e com grandes benefícios para o País constitui, simultaneamente, uma poderosa alavanca para a manutenção e criação de emprego e para a dinamização da actividade empresarial, não só no próprio Sector, mas também noutros sectores da nossa economia.

O tecido empresarial do Sector da Construção Civil e Obras Públicas denota, no entanto, algumas fraquezas que não se devem escamotear. A reduzida dimensão média das empresas nacionais é, igualmente, um entrave à execução de obras de elevada dimensão, bem como limita as possibilidades de sucesso competitivo no mercado internacional.

Por essa razão, o Sector deve apostar na adopção de novas tecnologias, no desenvolvimento de novos processos técnicos e organizacionais e na qualificação permanente dos seus recursos humanos, de forma a conseguir enfrentar as novas exigências do mercado global (LINO, M., 2009).

Para que as empresas nacionais do Sector da Construção possam responder às exigências do mercado global, a metodologia BIM é sem dúvida uma boa solução.

Em alguns Países Europeus (Finlândia, Noruega e Reino Unido), algumas empresas já adoptaram esta solução, sentindo-se uma constante evolução no reconhecimento das suas capacidades, por sua vez nos Estados Unidos da América a evolução nos últimos de 2 anos foi de 75% dos utilizadores!

Compreende-se que a adopção desta metodologia irá ser adoptada mais rapidamente pelos projectistas, mas também se compreende que a adopção pelos empreiteiros, em especial na Direcção Técnica de Obras, irá ser mais lenta, devido à mentalidade existente no Sector e também à falta de exemplos existentes.

Um factor que também poderá contribuir para a divulgação e implementação da metodologia BIM no nosso País, poderá ser a inclusão nos concursos públicos de projectos, a obrigação dos concorrentes apresentarem as propostas em formato BIM. Esta iniciativa sem dúvida que iria obrigar os gabinetes de projecto a desenvolver o seu

trabalho nesta metodologia e posteriormente influenciaria a forma de trabalhar dos empreiteiros. Além de caber aos técnicos de AEC – Arquitectura, Engenharia e Construção a promoção e implementação das novas tecnologias (mais concretamente BIM), cabe também os promotores, tanto públicos como privados, a exigência da apresentação de projectos e telas finais nesta metodologia, pois trará vantagens em todo o período de vida útil do empreendimento.

Considera-se que a metodologia BIM irá ter uma grande influência no desenvolvimento do Sector da Construção, pois graças à globalização, se as empresas quiserem competir, tanto no mercado interno como no externo, com as grandes multinacionais terão que evoluir e adoptar novos métodos, sem dúvida a EVOLUÇÃO PASSA PELO BIM.

6.2. Trabalhos Futuros

O processo de interligação do modelo do edifício virtual com os custos, e utilizando os resultados para a criação de actividades é uma das grandes vantagens do conceito de construção virtual. [6.2.] Uma das hipóteses para realização dum trabalho futuro, será a adopção do conceito BIM na execução duma empreitada, utilizando todos os recursos que a metodologia nos oferece, a detecção de incongruências, a obtenção de mapas de quantidades reais, interligação do planeamento (4D) com o edifício virtual e com as estimativas de custos (5D).

De seguida mostram-se todas as etapas da metodologia BIM - Construção Virtual, neste trabalho desenvolveu-se até à fase 2, para o futuro, ficam as restantes etapas.

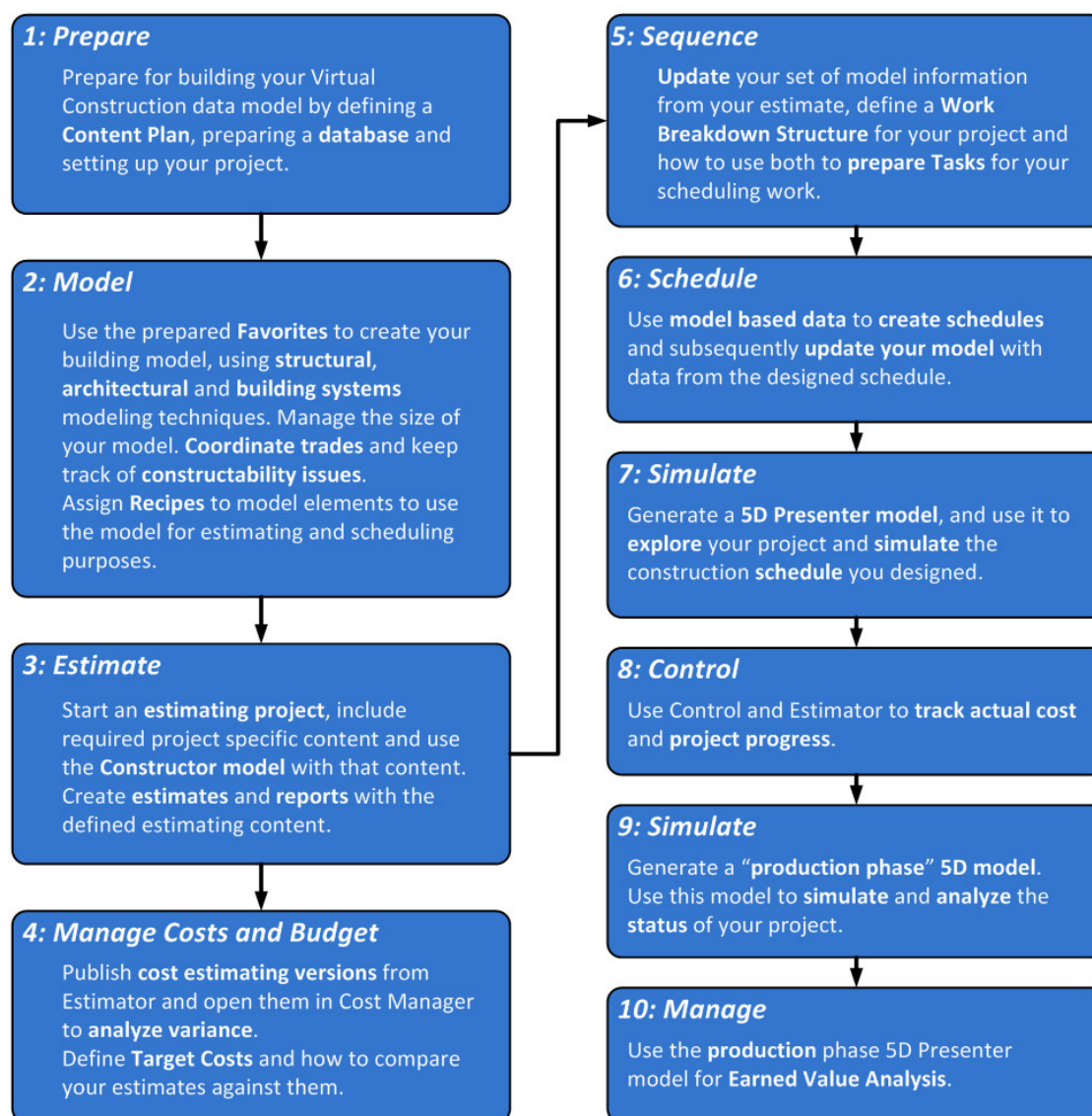


GRÁFICO 10 – DE: VIRTUAL CONSTRUCTION 2008 USER GUIDE - A GUIDELINE FOR THE VICO VIRTUAL CONSTRUCTION PROCESS -
© VICO SOFTWARE – JANUARY 10, 2008 – PÁG.7

Outra hipótese será a análise das vantagens que a metodologia poderá ter face à nova legislação, nomeadamente o novo CCP - Código dos Contratos Públicos (Decreto-Lei n.º 18/2008) e o SCE – Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (Decreto-Lei n.º 78/2006).

Outro tema bastante interessante e que poderá ser mais desenvolvido é a vantagem que o BIM poderá ter na análise da Construção Sustentável, na ajuda a adopção de

soluções, na redução da produção de resíduos, na redução da repetição de trabalho, etc.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIA E CIBERGRAFIA

- ARSENAULT, P. J., **Building Information Modeling (BIM) and Manufactured Complementary Building Products. Integrating design, drawings, specifications, and shop drawings in a BIM model.** Dezembro 2009. Disponível em: http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=192&C=622&P=4. Acesso em 07 de Dezembro de 2009.
- AUTODESK. **Collaborative project management and BIM. Autodesk Collaborative Project Management.** White Paper, 2007. Disponível em: http://images.autodesk.com/latin_am_main/files/autodesk_cpm_cpm_and_bim_whitepaper_final.pdf. Acesso em: 29 de Junho de 2008.
- AUTODESK. **BIM's Return On Investment.** White Paper, 2007. Disponível em: http://images.autodesk.com/apac_sapac_main/files/bim_roi_jan07_1_.pdf. Acesso em: 29 de Junho de 2008.
- BERNSTEIN, P. G. **Barriers to the adoption of building information modeling in the building industry.** Autodesk Building Solutions. White Paper, 2004. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/bim>>. Acesso em: 02 de Setembro de 2007.
- BOLLMANN, C.; SCHEER, S.; STUMM, S. B. **Engenharia colaborativa: uma visão para a engenharia simultânea e o uso de ambientes colaborativos para Arquitetura e Engenharia Civil.** In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 2., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo, 2005.
- CRESPO, C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projecto.** In: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1-9.

- FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projecto e vice-versa.** In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projecto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007. CD-ROM.
- FLORIO, W. **Contribuições do building information modeling no processo de projecto em arquitectura,** In: SEMINÁRIO TIC 2007 – TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC 2007, 2007. CD-ROM.
- LINO, M., **O poder da Construção em Portugal. Impactos 2009/2010.** ANEOP. Dezembro 2009. Disponível em: <http://www.aneop.pt/publ.look?viewDataId=2307&scctrl=1&scpm=1>. Acesso em: 07 de Dezembro de 2009.
- MCGRAW-HILL Construction, **Building Information Modeling Trends Smart Market Report.** 2008. Disponível em: http://construction.ecnext.com/coms2/summary_0249-296182_ITM_analytics. Acesso a 07 de Dezembro de 2009.
- MCGRAW-HILL Construction, **THE BUSINESS VALUE OF BIM. Getting Building Information Modeling to the Bottom Line. Smart Market Report.** 2009. Disponível em: <http://www.bim.construction.com/research/>. Acesso a 07 de Dezembro de 2009.
- MELHADO, S. B. **Gestão, coordenação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projecto na construção de edifícios.** 2001. Tese (Livre docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- NASCIMENTO, L.A.; LAURINDO, F.J.B; SANTOS, E.T. **A Eficácia da TI na indústria da construção civil.** In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003. São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2003. CD-ROM.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **JBIM - Journal of Building Information Modeling. An official publication of the National Institute of Building Sciences.** buildingSMART alliance. Fall 2009. Disponível em: <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>. Acesso a 07 de Dezembro de 2009.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **JBIM - Journal of Building Information Modeling. An official publication of the National Institute of Building Sciences.** buildingSMART alliance. Spring 2009. Disponível em: <http://www.wbdg.org/references/jbim.php>. Acesso a 07 de Dezembro de 2009.

SULLIVAN, C.C., **Integrated BIM and Design Review for Safer, Better Buildings. How project teams using collaborative design reduce risk, creating better health and safety in projects.** Junho de 2007. Disponível em: http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=19&C=213. Acesso em 07 de Dezembro de 2009.

VICO SOFTWARE. **Case Study. Varma Salmisaari project, Finland.** Setembro 2007. Disponível em: http://www.vicosoftware.com/0/Community/Case_Studies/QDS_Ritz_Carlton_Case_Study/tabid/53225/Default.aspx. Acesso em: 24 de Maio de 2009.

VICO SOFTWARE. **Case Study. Kamppi Center Project.** Janeiro 2008. Disponível em: http://www.vicosoftware.com/69126/0/Community/Case_Studies/QDS_Ritz_Carlton_Case_Study/tabid/69126/Default.aspx. Acesso em: 24 de Maio de 2009.

VICO SOFTWARE. **Case Study. Ritz Carlton Highlands Lodge, Resort and Spa.** Julho 2007. Disponível em: http://www.vicosoftware.com/Community/Case_Studies/QDS_Ritz_Carlton_Case_Study/tabid/53224/Default.aspx. Acesso em: 24 de Maio de 2009.

VICO SOFTWARE. **Integrating Construction. The Virtual Construction Promise.** Virtual Construction Brochure. 2008. Disponível em: <http://www.vicosoftware.com/products-/tabid/84567/Default.aspx>. Acesso em: 24 de Maio de 2009.

VICO SOFTWARE. **Virtual Construction User Guide.** A guideline for the Vico Virtual Construction Process. 10 de Janeiro de 2008. (pág.8)

ANEXOS

ANEXO 1 – EXEMPLOS DE LISTAGENS DE MATERIAIS OBTIDOS DO EDIFÍCIO VIRTUAL

TEXTFIELD 1

TEXTFIELD 2

TEXTFIELD 3

TEXTFIELD 4

General Wall List

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thick	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
0. Story								
	Paredes ext.	SW - 001	Face Brick	0,28 m	3,57 m	102,00 m²	111,84 m²	28,92 m³
	Paredes ext.	SW - 002	Face Brick	0,28 m	3,57 m	43,14 m²	42,75 m²	12,01 m³
	Paredes ext.	SW - 003	Face Brick	0,28 m	3,57 m	74,92 m²	81,94 m²	21,35 m³
	Paredes ext.	SW - 004	Face Brick	0,28 m	3,57 m	21,84 m²	28,42 m²	6,51 m³
	Paredes ext.	SW - 005	Face Brick	0,28 m	3,57 m	74,44 m²	83,01 m²	21,22 m³
	Paredes ext.	SW - 006	Face Brick	0,28 m	3,57 m	41,57 m²	41,39 m²	11,56 m³
	Paredes ext.	SW - 007	Face Brick	0,28 m	3,57 m	77,91 m²	88,75 m²	22,20 m³
	Paredes ext.	SW - 008	Face Brick	0,28 m	3,57 m	6,50 m²	8,53 m²	2,14 m³
	Paredes ext.	SW - 009	Face Brick	0,28 m	3,57 m	17,64 m²	17,64 m²	5,03 m³
	Paredes ext.	SW - 010	Face Brick	0,28 m	3,57 m	75,02 m²	78,92 m²	21,09 m³
	Paredes ext.	SW - 011	Face Brick	0,28 m	3,57 m	29,34 m²	30,38 m²	8,07 m³
	Paredes ext.	SW - 012	Face Brick	0,28 m	3,57 m	98,91 m²	95,46 m²	27,90 m³
	Paredes ext.	SW - 013	Face Brick	0,28 m	3,57 m	10,78 m²	10,78 m²	3,07 m³
	Paredes ext.	SW - 014	Face Brick	0,28 m	3,57 m	44,64 m²	42,64 m²	12,58 m³

General Wall List	02-12-2009
-------------------	------------

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
0. Story	Paredes ext.	SW - 015	Face Brick	0,28 m	3,57 m	10,78 m²	10,78 m²	3,07 m³
	Paredes ext.	SW - 016	Face Brick	0,28 m	3,57 m	16,18 m²	31,59 m²	5,20 m³
	Paredes ext.	SW - 017	Face Brick	0,28 m	3,57 m	43,11 m²	42,45 m²	12,24 m³
	Paredes ext.	SW - 018	Face Brick	0,24 m	3,57 m	24,73 m²	24,73 m²	6,20 m³
	Paredes ext.	SW - 019	Face Brick	0,24 m	3,57 m	4,92 m²	5,77 m²	1,18 m³
	Paredes ext.	SW - 020	Face Brick	0,26 m	3,57 m	13,24 m²	13,24 m²	3,44 m³
	Paredes ext. Total					831,62 m²	891,03 m²	234,99 m³
	Paredes interiores	SW - 025	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,40 m²	17,20 m²	2,62 m³
	Paredes interiores	SW - 026	Face Brick	0,15 m	3,27 m	6,66 m²	6,17 m²	0,96 m³
	Paredes interiores	SW - 027	Face Brick	0,15 m	3,27 m	8,47 m²	8,18 m²	1,34 m³
	Paredes interiores	SW - 028	Face Brick	0,15 m	3,27 m	8,23 m²	7,87 m²	1,24 m³
	Paredes interiores	SW - 029	Face Brick	0,15 m	3,27 m	14,49 m²	14,72 m²	2,24 m³
	Paredes interiores	SW - 030	Face Brick	0,15 m	3,27 m	75,95 m²	71,90 m²	11,47 m³
	Paredes interiores	SW - 031	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,21 m²	15,21 m²	2,21 m³
	Paredes interiores	SW - 032	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,21 m²	15,21 m²	2,21 m³
	Paredes interiores	SW - 033	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,21 m²	15,21 m²	2,21 m³
	Paredes interiores	SW - 034	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,40 m²	16,91 m²	2,54 m³
	Paredes interiores	SW - 037	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,40 m²	17,69 m²	2,65 m³
	Paredes interiores	SW - 042	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,50 m²	15,50 m²	3,53 m³
	Paredes interiores	SW - 043	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,50 m²	15,50 m²	3,53 m³
Paredes interiores	SW - 044	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,50 m²	15,50 m²	3,53 m³	

General Wall List

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
	Paredes interiores	SW - 045	Face Brick	0,31 m	3,27 m	15,73 m²	15,21 m²	4,64 m³
	Paredes interiores	SW - 048	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,96 m²	5,47 m²	0,89 m³
	Paredes interiores	SW - 049	Face Brick	0,24 m	3,27 m	20,12 m²	21,39 m²	5,25 m³
	Paredes interiores	SW - 050	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,69 m²	16,91 m²	4,06 m³
	Paredes interiores	SW - 052	Face Brick	0,24 m	3,27 m	2,52 m²	3,30 m²	0,60 m³
	Paredes interiores	SW - 053	Face Brick	0,24 m	3,27 m	11,62 m²	10,84 m²	2,60 m³
	Paredes interiores	SW - 054	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,98 m²	17,20 m²	4,13 m³
	Paredes interiores	SW - 055	Face Brick	0,15 m	3,27 m	29,53 m²	30,02 m²	4,62 m³
	Paredes interiores	SW - 058	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,75 m²	17,26 m²	2,59 m³
	Paredes interiores	SW - 059	Face Brick	0,24 m	3,27 m	18,47 m²	16,91 m²	4,15 m³
	Paredes interiores	SW - 060	Face Brick	0,24 m	3,27 m	11,64 m²	10,86 m²	2,70 m³
	Paredes interiores	SW - 064	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,85 m²	8,99 m²	1,35 m³
	Paredes interiores	SW - 065	Face Brick	0,15 m	3,27 m	0,76 m²	0,76 m²	0,11 m³
	Paredes interiores	SW - 066	Face Brick	0,10 m	3,27 m	0,82 m²	0,50 m²	0,07 m³
	Paredes interiores	SW - 067	Face Brick	0,10 m	3,27 m	3,84 m²	3,19 m²	0,37 m³
	Paredes interiores	SW - 068	Face Brick	0,10 m	3,27 m	0,82 m²	0,50 m²	0,05 m³
	Paredes interiores	SW - 069	Face Brick	0,11 m	3,27 m	6,32 m²	5,96 m²	0,66 m³
	Paredes interiores	SW - 070	Face Brick	0,11 m	3,27 m	5,96 m²	6,32 m²	0,66 m³
	Paredes interiores	SW - 071	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,69 m²	17,20 m²	2,58 m³
	Paredes interiores	SW - 074	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,20 m²	18,18 m²	2,62 m³
	Paredes interiores	SW - 076	Face Brick	0,15 m	3,27 m	57,29 m²	61,61 m²	9,20 m³

General Wall List

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
	Paredes interiores	SW - 077	Face Brick	0,15 m	3,27 m	16,71 m²	16,71 m²	2,58 m³
	Paredes interiores	SW - 080	Face Brick	0,15 m	3,27 m	4,03 m²	3,54 m²	0,57 m³
	Paredes interiores	SW - 081	Face Brick	0,15 m	3,27 m	9,29 m²	8,80 m²	1,36 m³
	Paredes interiores	SW - 082	Face Brick	0,15 m	3,27 m	8,13 m²	7,64 m²	1,15 m³
	Paredes interiores	SW - 083	Face Brick	0,15 m	3,27 m	8,13 m²	7,64 m²	1,15 m³
	Paredes interiores	SW - 084	Face Brick	0,15 m	3,27 m	8,44 m²	8,44 m²	1,27 m³
	Paredes interiores	SW - 085	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,20 m²	17,69 m²	2,58 m³
	Paredes interiores	SW - 086	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,75 m²	17,26 m²	2,59 m³
	Paredes interiores	SW - 088	Face Brick	0,15 m	3,27 m	16,97 m²	16,97 m²	2,55 m³
	Paredes interiores	SW - 089	Face Brick	0,15 m	3,27 m	19,79 m²	20,24 m²	3,09 m³
	Paredes interiores	SW - 090	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,91 m²	7,42 m²	1,11 m³
	Paredes interiores	SW - 091	Face Brick	0,15 m	3,27 m	14,49 m²	15,47 m²	2,25 m³
	Paredes interiores	SW - 093	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,04 m²	6,55 m²	0,98 m³
	Paredes interiores	SW - 094	Face Brick	0,25 m	3,27 m	7,42 m²	8,23 m²	1,83 m³
	Paredes interiores	SW - 095	Face Brick	0,24 m	3,27 m	48,96 m²	48,30 m²	11,87 m³
	Paredes interiores	SW - 096	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,69 m²	17,69 m²	4,06 m³
	Paredes interiores	SW - 097	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,98 m²	17,20 m²	4,13 m³
	Paredes interiores	SW - 098	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,98 m²	17,20 m²	4,13 m³
	Paredes interiores	SW - 099	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,98 m²	17,20 m²	4,13 m³
	Paredes interiores	SW - 100	Face Brick	0,11 m	3,27 m	8,86 m²	9,35 m²	0,99 m³
	Paredes interiores	SW - 101	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,80 m²	5,80 m²	0,87 m³

General Wall List

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
	Paredes interiores	SW - 102	Face Brick	0,24 m	3,27 m	17,98 m²	17,20 m²	4,25 m³
	Paredes interiores	SW - 103	Face Brick	0,15 m	3,27 m	78,35 m²	81,68 m²	12,33 m³
	Paredes interiores	SW - 104	Face Brick	0,31 m	3,27 m	11,95 m²	11,42 m²	3,54 m³
	Paredes interiores	SW - 110	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,52 m²	8,17 m²	1,23 m³
	Paredes interiores	SW - 111	Face Brick	0,10 m	3,27 m	0,82 m²	0,50 m²	0,07 m³
	Paredes interiores	SW - 112	Face Brick	0,10 m	3,27 m	3,20 m²	2,54 m²	0,29 m³
	Paredes interiores	SW - 113	Face Brick	0,10 m	3,27 m	0,82 m²	0,50 m²	0,07 m³
	Paredes interiores	SW - 114	Face Brick	0,15 m	3,27 m	10,93 m²	11,42 m²	1,64 m³
	Paredes interiores	SW - 115	Face Brick	0,15 m	3,27 m	10,57 m²	11,42 m²	1,64 m³
	Paredes interiores	SW - 116	Face Brick	0,24 m	3,27 m	10,93 m²	11,36 m²	2,62 m³
	Paredes interiores	SW - 117	Face Brick	0,24 m	3,27 m	10,93 m²	11,72 m²	2,62 m³
	Paredes interiores	SW - 118	Face Brick	0,15 m	3,27 m	11,42 m²	10,93 m²	1,64 m³
	Paredes interiores	SW - 122	Face Brick	0,15 m	3,27 m	10,93 m²	10,57 m²	1,64 m³
	Paredes interiores	SW - 124	Face Brick	0,11 m	3,27 m	1,47 m²	1,83 m²	0,16 m³
	Paredes interiores	SW - 125	Face Brick	0,24 m	3,27 m	11,72 m²	10,44 m²	2,62 m³
	Paredes interiores	SW - 126	Face Brick	0,15 m	3,27 m	6,47 m²	5,98 m²	0,90 m³
	Paredes interiores	SW - 127	Face Brick	0,11 m	3,27 m	6,32 m²	5,96 m²	0,66 m³
	Paredes interiores	SW - 128	Face Brick	0,24 m	3,27 m	5,88 m²	6,67 m²	1,41 m³
	Paredes interiores	SW - 129	Face Brick	0,15 m	3,27 m	17,54 m²	18,03 m²	2,70 m³
	Paredes interiores	SW - 130	Face Brick	0,15 m	3,27 m	6,90 m²	6,41 m²	0,96 m³
	Paredes interiores	SW - 132	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,53 m²	6,02 m²	0,83 m³

General Wall List

02-12-2009

Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
	Paredes interiores	SW - 135	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,22 m ²	5,52 m ²	0,86 m ³
	Paredes interiores	SW - 136	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,50 m ²	5,01 m ²	0,86 m ³
	Paredes interiores	SW - 138	Face Brick	0,24 m	3,27 m	44,49 m ²	46,26 m ²	11,10 m ³
	Paredes interiores	SW - 141	Face Brick	0,15 m	3,27 m	14,39 m ²	15,86 m ²	2,31 m ³
	Paredes interiores	SW - 142	Face Brick	0,15 m	3,27 m	14,88 m ²	15,86 m ²	2,31 m ³
	Paredes interiores	SW - 143	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,37 m ²	15,86 m ²	2,31 m ³
	Paredes interiores	SW - 144	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,37 m ²	15,66 m ²	3,69 m ³
	Paredes interiores	SW - 146	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,37 m ²	16,16 m ²	3,69 m ³
	Paredes interiores	SW - 147	Face Brick	0,15 m	3,27 m	10,64 m ²	11,13 m ²	1,60 m ³
	Paredes interiores	SW - 148	Face Brick	0,15 m	3,27 m	2,25 m ²	1,76 m ²	0,30 m ³
	Paredes interiores	SW - 149	Face Brick	0,15 m	3,27 m	6,28 m ²	5,30 m ²	0,87 m ³
	Paredes interiores	SW - 150	Face Brick	0,15 m	3,27 m	2,25 m ²	1,76 m ²	0,30 m ³
	Paredes interiores	SW - 151	Face Brick	0,15 m	3,27 m	33,63 m ²	37,19 m ²	5,50 m ³
	Paredes interiores	SW - 152	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,81 m ²	16,30 m ²	2,37 m ³
	Paredes interiores	SW - 153	Face Brick	0,15 m	3,27 m	15,81 m ²	16,30 m ²	2,37 m ³
	Paredes interiores	SW - 154	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,81 m ²	16,60 m ²	3,79 m ³
	Paredes interiores	SW - 155	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,81 m ²	16,60 m ²	3,79 m ³
	Paredes interiores	SW - 158	Face Brick	0,24 m	3,27 m	5,13 m ²	4,35 m ²	1,14 m ³
	Paredes interiores	SW - 159	Face Brick	0,24 m	3,27 m	15,32 m ²	16,30 m ²	3,82 m ³
	Paredes interiores	SW - 163	Face Brick	0,15 m	3,27 m	13,10 m ²	12,61 m ²	1,93 m ³
	Paredes interiores	SW - 164	Face Brick	0,15 m	3,27 m	5,30 m ²	4,32 m ²	0,72 m ³

General Wall List								02-12-2009
Story	Layer Name	User ID	Fill	W.Thck.	Height	Surf. A	Surf. B	Volume
0. Story	Paredes interiores	SW - 165	Face Brick	0,15 m	3,27 m	14,51 m²	14,51 m²	2,21 m³
	Paredes interiores	SW - 166	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,60 m²	7,60 m²	1,10 m³
	Paredes interiores	SW - 167	Face Brick	0,15 m	3,27 m	6,51 m²	6,02 m²	0,98 m³
	Paredes interiores	SW - 168	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,60 m²	7,60 m²	1,10 m³
	Paredes interiores	SW - 169	Face Brick	0,15 m	3,27 m	1,50 m²	1,50 m²	0,23 m³
	Paredes interiores	SW - 180	Face Brick	0,11 m	3,27 m	6,20 m²	6,20 m²	0,68 m³
	Paredes interiores Total					1.424,09 m²	1.427,54 m²	257,12 m³
	...	SW - 157	Face Brick	0,24 m	3,27 m	23,18 m²	23,96 m²	5,56 m³
	...	SW - 170	Face Brick	0,28 m	3,57 m	18,72 m²	19,73 m²	5,32 m³
	...	SW - 171	Face Brick	0,24 m	3,57 m	18,72 m²	19,58 m²	4,49 m³
	...	SW - 174	Face Brick	0,15 m	3,27 m	11,49 m²	11,98 m²	1,74 m³
	...	SW - 175	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,71 m²	8,69 m²	1,18 m³
	...	SW - 176	Face Brick	0,15 m	3,27 m	7,71 m²	7,71 m²	1,18 m³
	...	SW - 179	Face Brick	0,24 m	3,27 m	7,71 m²	7,71 m²	1,88 m³
	...	SW - 181	Face Brick	0,31 m	3,27 m	17,31 m²	15,81 m²	4,98 m³
	...	SW - 172	Styrofoam SM Insulation	0,07 m	2,00 m	45,38 m²	45,38 m²	3,18 m³
	...	SW - 173	Styrofoam SM Insulation	0,07 m	2,00 m	45,81 m²	45,81 m²	3,21 m³
0. Story	Structural - Bearing Total					203,74 m²	206,36 m²	32,72 m³
0. Story	Total					2.459,45 m²	2.524,93 m²	524,82 m³
Total for all Stories						2.459,45 m²	2.524,93 m²	524,82 m³

TEXTFIELD 1

TEXTFIELD 2

TEXTFIELD 3

TEXTFIELD 4

Slab Surfaces by Layers							02-12-2009
User ID	Story	Layer Name	Material of upper surface	Material of lower surface	Thickness	Surface	Volume
SLA - 001							
	0. Story	Laje térrea	Paint-06	Paint-02	0,30 m	1.402,35 m²	420,70 m³
	Paint-06		Paint-02		1.402,35 m²		420,70 m³
SLA - 001			total			1.402,35 m²	420,70 m³
Total						1.402,35 m²	420,70 m³

TEXTFIELD 1

TEXTFIELD 2

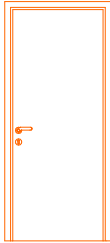
TEXTFIELD 3

TEXTFIELD 4

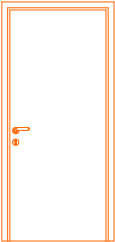
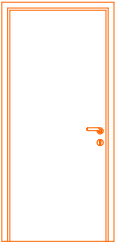
Door Schedule

02-12-2009

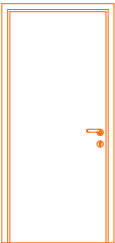
D1 11



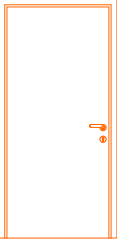
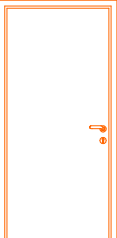
Width:	0,84 m	1 piece(s)
Heigth:	2,02 m	
User ID	DOO - 008	
Opening orientation	R	
Material	Wd-Pine Vertical	

<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,89 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 006
	Opening orientation		R
	Material		Wd-Pine Vertical
<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,89 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 007
	Opening orientation		L
	Material		Wd-Pine Vertical

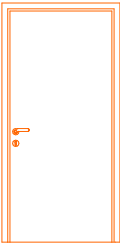
D1 11



Width:	0,89 m	1 piece(s)
Heigth:	2,02 m	
User ID		DOO - 009
Opening orientation		L
Material		Wd-Pine Vertical

<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 002
	Opening orientation		L
	Material		Wd-Pine Vertical
<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 003
	Opening orientation		L
	Material		Wd-Pine Vertical

D1 11



Width: 0,94 m

Heigth: 2,02 m

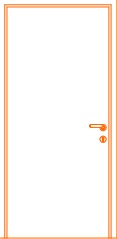
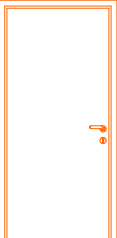
1 piece(s)

User ID DOO - 004

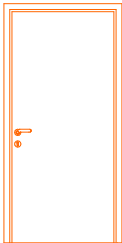
Opening orientation R

Material Wd-Pine Vertical

<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 005
	Opening orientation		L
	Material		Wd-Pine Vertical
<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 010
	Opening orientation		R
	Material		Mtl-Stainless Steel

<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 011
	Opening orientation		L
	Material		Mtl-Stainless Steel
<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 012
	Opening orientation		L
	Material		Mtl-Stainless Steel

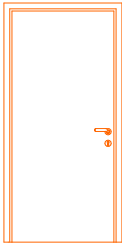
D1 11



Width:	0,94 m	1 piece(s)
Heigth:	2,02 m	
User ID		DOO - 013
Opening orientation		R
Material		Mtl-Stainless Steel

<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 014
	Opening orientation		L
	Material		Mtl-Stainless Steel
<div>D1 11</div> <div></div>	Width:	0,94 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 015
	Opening orientation		R
	Material		Mtl-Stainless Steel

D1 11



Width: 0,94 m

1 piece(s)

Heigth: 2,02 m

User ID DOO - 016

Opening orientation L

Material Mtl-Stainless Steel

<div>D2 11</div> <div></div>	Width:	1,24 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 017
	Opening orientation		L
	Material		Wd-Pine Vertical
<div>Empty Door</div>	Width:	1,24 m	1 piece(s)
	Heigth:	2,02 m	
	User ID		DOO - 020
	Opening orientation		R
	Material		Wd-Pine Vertical